

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу

«На правах рукопису»
УДК 517.9,519.86

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ О.Л. Тимошук
«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 124 Системний аналіз

**на тему: «Методи оцінювання ефективності функціонування підприємства
на основі аналізу ієрархій та комплексного аналізу даних»**

Виконав:

Студент(ка) II курсу, групи КА-62м

Птуха Юлія Анатоліївна _____

Керівник:

к.т.н., доц.

Недашківська Н.І. _____

Рецензент:

к.ф.-м.н., доц.

Терещенко І.М. _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Київ
2018

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація містить: 140 с., 11 рис., 30 табл., 26 джерел, 2 додатки.

В роботі досліджується задача оцінки ефективності функціонування підприємства з використанням методів аналізу ієрархій та комплексного аналізу даних.

Мета роботи - застосування інформаційних технологій та модифікацій методів аналізу ієрархій та комплексного аналізу даних та для визначення оцінки ефективності функціонування підприємства.

Об'єкт дослідження – ефективність функціонування підприємства, бізнес-процеси на підприємстві.

Предмет дослідження – методи аналізу ієрархій та комплексного аналізу даних.

У роботі створено систему для отримання оцінки ефективності функціонування підприємств.

Новизна результатів полягає в створенні модифікації методів, яка дає кращу оцінку ефективності підприємства.

Розробки і розрахунки велися на платформі bpm'online та є сумісним з всіма продуктами, розробленими на даній платформі.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА, МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ, МЕТОД КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ.

ABSTRACT

Master thesis contains 140 p., 11 fig., 30 tabl, 26 sources and 2 appendixe.

The theme: Enterprise effectiveness assessment methods based on the analytic hierarchy process and the data envelopment analysis.

In this work we study the task of evaluating enterprise operation efficiency using analytic hierarchy process and data envelopment analysis.

Purpose is to use of information technologies and modifications of analytic hierarchy process and data envelopment analysis to determine the assessment of the efficiency of the enterprise operations.

The object of study is enterprise effectiveness and business processes.

The subject of study is analytic hierarchy process and data envelopment analysis.

The software product to obtain enterprise effectiveness assessment was developed.

Development and calculations were carried out in the bpm'online platform and is compatible with all bpm'online products.

ENTERPRISE EFFECTIVENESS ASSESSMENT, ANALYTIC HIERARCHY PROCESS, DATA ENVELOPMENT ANALYSIS.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	9
ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ З ПИТАНЬ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	12
1.1 Актуальність напрямку дослідження	12
1.1.1 Проблема ефективності функціонування підприємства	14
1.1.2 Необхідність оцінки ефективності функціонування підприємства	14
1.2 Огляд літератури з питань ефективності функціонування підприємства.	15
1.3 Огляд практичних досліджень з питань розв’язку задач оцінки ефективності функціонування підприємства	17
1.4 Постановка задачі	20
Висновки до розділу 1	21
РОЗДІЛ 2 ВИХІДНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ. ОПИС МЕТОДІВ ТА ЇХ МОДИФІКАЦІЙ	22
2.1 Базові методи MAI та DEA	22
2.1.1 Загальна структура методу MAI	28
2.1.2 Загальна структура методу DEA	30
2.1.3 Переваги та недоліки існуючих модифікацій	32
2.2 Оцінювання і підтвердження узгодженості експертної інформації	35
2.3 Оцінювання чутливості отриманих результатів	39
Висновки до розділу 2	43

РОЗДІЛ 3 РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ MAI TA DEA	44
3.1 Опис базових моделей	44
3.2 Опис модифікацій методів	49
3.3 Опис алгоритмів розв’язку задачі оцінки ефективності функціонування підприємства на основі модифікацій	54
Висновки до розділу 3	55
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	56
4.1 Розробка архітектури інформаційно-аналітичної системи	56
4.2 Опис базових інструментів	57
4.3 Розв’язання модельної задачі	58
4.4 Застосування інформаційно-аналітичної системи до розв’язку прикладної задачі	60
Висновки до розділу 4	65
РОЗДІЛ 5 СТАРТАП-ПРОЕКТ	66
5.1 Опис ідеї проекту	66
5.2 Технологічний аудит ідеї проекту	67
5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	67
5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	72
5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	73
Висновки до розділу 5	75
ВИСНОВКИ	76
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	77

ДОДАТОК А ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ	81
ДОДАТОК Б ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДОПОВІДІ	126

ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ЕФП	Ефективність функціонування підприємства
MAI	Метод аналізу ієрархій
МПП	Матриця парних порівнянь
DEA	Метод комплексного аналізу даних
DMU	Об'єкт прийняття рішень
ПП	Програмний продукт

ВСТУП

Ефективність - одне з найважливіших якостей, що характеризують системи будь-якої природи. Тому проблемі дослідження ефективності функціонування систем у всіх сферах діяльності людини в останні роки приділяється підвищена увага. Особливо це спостерігається у сучасному веденні бізнесу, де все частіше постає питання аналізу функціонування підприємств та визначення ефективного рішення в майбутніх фінансових інвестиціях. Для проведення таких досліджень використовуються різні підходи, в залежності від предметної області.

Актуальність даної роботи полягає в необхідності легко оцінити ефективність функціонування підприємства, приймаючи до уваги різноманітні критерії, що можуть бути характерні для заданої групи підприємств.

Тому, метою даної роботи є застосування інформаційних технологій та модифікацій методів аналізу ієрархій та комплексного аналізу даних для визначення оцінки ефективності функціонування підприємства. Об'єкт дослідження – ефективність функціонування підприємства, бізнес-процеси на підприємстві. Предмет дослідження – методи аналізу ієрархій та комплексного аналізу даних.

В першому розділі роботи розглянуто дослідження з питань оцінки ефективності функціонування підприємства. У другому розділі описано вихідні методи та моделі. В тому числі проведено порівняльний аналіз існуючих модифікацій. В третьому розділі описано реалізований модифікований метод та алгоритм його розв'язку. В четвертому розділі описано реалізований програмний модуль, проведена чисельна апробація та отримано необхідні умови роботи програми.

Розвитку цієї теми присвячена велика кількість робіт як в технічній сфері, так і в економіці та в інших областях. Однак, незважаючи на значні успіхи в розвитку теорії ефективності, є питання, які вимагають удосконалення.

Проаналізувавши наразі актуальні вимоги бізнесу, зрозуміло, що для отримання більш обґрунтованої оцінки поточної ефективності функціонування складної системи і прогнозування її майбутньої ефективності бажано взяти до уваги структуру системи. У тому випадку, коли система є ієрархічною, це означає, що необхідно враховувати ефективність підсистем на різних рівнях ієрархії для того, щоб отримати обґрунтовану оцінку ефективності всієї системи. Очевидно, що процедуру оцінки ефективності складних ієрархічних систем було б доцільно представити у вигляді формалізованої методики і реалізувати в максимально простому та гнучкому для користування, що і стало ідеєю роботи.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ З ПИТАНЬ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

В основі управління будь-якою організацією, незалежно від її приналежності до приватного або державного сектору, розміру, спектра здійснюваних видів діяльності, так само як і інших визначаючих її характеристик, лежать вимір і аналіз ефективності її функціонування. У теорії і практиці управління діяльністю організації, будучи багатограним за своїм змістом і, відповідно, багатовимірним за описом, розглядається з різних точок зору, які є значущими для аналізованої організації: інженерно-технологічної, організаційної, соціально і фінансово-економічної, а також екологічної, політичної та ін. Взаємодія цих відносно відокремлених і одночасно поєднаних сторін діяльності конкретної розглянутої одиниці (організації, господарської системи, бізнес-структури, виробничої одиниці, компанії і т.д.) визначає зміст відповідного їй поняття ефективності. Останнє являє собою один з найбільш уживаних термінів як в науці, так і в повсякденній практичній діяльності людей.

1.1 Актуальність напрямку дослідження

У теоретичних і прикладних дослідженнях з менеджменту питання вимірювання ефективності мають ключове значення в силу особливостей як прийнятих наукових парадигм, так і досліджуваних предметних областей. При цьому особливе місце в дослідженнях по вимірюванню ефективності займають питання ефективності діяльності організації (організаційної ефективності), що становлять предметну область, яка вивчається в економіці і менеджменті.

Не менш важлива оцінка ефективності і для практики управління організацією будь-якого типу. Будучи характеристикою якості її діяльності, а,

отже, і її життєздатності (в ринковому середовищі виявляється через конкурентоспроможність), ефективність є не тільки найважливішим напрямком теоретичних і емпіричних досліджень в області економіки і управління, а й об'єктом найпильнішої уваги як керівництва самих організацій, так й інших зацікавлених сторін. При цьому її вимір здійснюється по природі аналізованої діяльності на основі відповідних концептуальних моделей, які конкретизують опис розглянутого аспекту (головним чином фінансового, стратегічного або операційного) функціонування досліджуваної одиниці, з одного боку, і суб'єкта, який здійснює оцінку діяльності організації (власники, керівництво, працівники, споживачі продуктів і послуг, постачальники, регулятори) - з іншого боку.

При використанні поняття ефективності організації прийнято розрізняти результативність і економічність її діяльності. Перша вимірює ступінь досягнення встановлених для організації цілей. Друга ж, зіставляючи отримані аналізованою одиницею результати зі значеннями факторів (зазвичай витратами ресурсів), при яких вони були досягнуті, дає уявлення про те, наскільки економічно вона функціонує. Найбільш поширеним є розуміння ефективності як продуктивності діяльності організації. Воно відповідає поняттю економічності у випадку, коли мова йде про співвідношення одержуваного результату до витрат з боку організації, які його забезпечують.

Актуальність роботи впливає з того, що на сьогоднішній день реальні умови функціонування підприємства визначають необхідність об'єктивного і ґрунтовного аналізу внутрішніх процесів. Проведення такого аналізу дозволяє визначити особливості діяльності підприємства, недоліки і причини їх виникнення, а також виробити конкретні рекомендації щодо оптимізації цих процесів та способів підвищення фінансових показників, зважаючи на отримані результати.

1.1.1 Проблема ефективності функціонування підприємства

У наш час можливість підприємства протистояти всебічній конкуренції і посилити ефективність власної діяльності залежить від його здатності швидко реагувати і адаптуватися в постійно мінливих умовах навколишнього середовища, в тому числі орієнтуватися на політичну, економічну, соціальну, екологічну та інші ситуації, що протікають у суспільстві, приймати адекватні рішення щодо усунення факторів ризику і зміцненню своїх позицій. Тому головна проблема оцінки ефективності діяльності підприємства полягає у виборі оптимального набору показників, який буде найбільш повно відображати фінансовий стан і можливості підприємства.

Тож, науковці приділяють велику увагу даній проблемі та відзначають важливість комплексного підходу до оцінки ефективності фінансово-підприємницької діяльності з різних її сторін. При цьому підході розраховується система показників, на основі яких проводиться аналіз стану підприємства.

1.1.2 Необхідність оцінки ефективності функціонування підприємства

Питання оцінки ефективності діяльності підприємства є одним з ключових для його власників і керуючих. Безумовно, кожній організації притаманні свої специфічні риси, умови функціонування, які мають можливості і проблеми, що виникають в ході підприємницької діяльності. Однак будь-яка підприємницька діяльність спрямована на досягнення певного результату, а саме максимізації прибутку при мінімальному обсязі витрат.

Ефективність діяльності, безпосередньо, відображає ступінь досягнення цілей підприємства при мінімальних, але необхідних витратах. Інакше кажучи, чим

менше обсяг витрат і чим більше величина результату діяльності організації, тим вище її ефективність.

Оцінка ефективності підприємства реалізовується з метою визначення вартості бізнесу (компанії) або його частки. До такого процесу вдаються в різних випадках, тому питання про необхідність оцінки ефективності діяльності компанії встає перед її керуючими періодично. У разі, якщо організація розраховує не просто на виживання на ринку, а на великий прибуток, менеджмент і порядок оцінки діяльності, перш за все, повинні враховуватися завдання стратегічного характеру, поставлені перед керівництвом, і потенціал компанії. [1]

Оцінка ефективності діяльності підприємства дозволяє за допомогою отриманих в процесі її визначення даних зробити висновки, які допоможуть знайти баланс в роботі всіх систем організації, збільшити продуктивність праці, обрати найбільш високоефективне обладнання, підвищити відсоток займаної частки ринку за допомогою розширення збуту. В цілому, використання даної процедури відкриває для компанії успішний шлях розвитку і задає упевненість в майбутньому.

1.2 Огляд літератури з питань ефективності функціонування підприємства

Ефективність роботи підприємства - комплексне поняття. У ринковій економіці необхідною умовою ефективного функціонування є баланс інтересів всіх учасників бізнесу: власників, менеджерів і виробничих працівників. Всі вони зацікавлені в ефективній роботі підприємства. Таким чином, багатосторонній контроль ефективності діяльності підприємства учасниками бізнесу і силами зовнішніх організацій сприяє створенню такого економічного середовища підприємства, де ефективна діяльність - необхідна умова не лише його успішного функціонування, а й існування взагалі.

Визначити ефективність можна як ступінь реалізації цілей організації при мінімальних, але необхідних витратах. Це являє собою відношення результату

діяльності до витрат на його досягнення, тобто виконується порівняння результату з витратами. При цьому результати і витрати можуть бути порівняні в різних комбінаціях:

- а) результат, ділений на витрати - результат, отриманий на одиницю витрат;
- б) витрати, поділені на результат - питома величина витрат, яка припадає на одиницю отриманого результату;
- в) різниця результату та витрати в співвідношенні з результатом - питома величина ефекту, що припадає на одиницю одержуваних результатів.

Ці співвідношення є базовими при розробці показників ефективності.

Виділяють різні підходи і концепції у визначенні поняття «ефективність». С.Н. Яшин і Е.Н. Пузов в своїй праці [9] виділяють наступні показники:

- ефективність у вигляді відносної величини (цільова або ресурсна), яка включає в себе всі види рентабельності;
- ефективність, яка обчислюється за абсолютними показниками (прибутковий метод), де використовуються розрахункова точка беззбитковості проекту, методи дисконтування грошових потоків, капіталізації доходів, терміну окупності;
- ефективність, яка визначається прибутковими методами, проте розраховується як відносний показник - метод індексу прибутковості (прибутковості) і рентабельності проекту, метод внутрішньої норми прибутковості (внутрішня норма прибутковості, рентабельності, окупності інвестицій);
- ефективність в якості індивідуального набору фінансових і нефінансових показників підприємства (збалансована система показників - Balanced Scorecard - це система стратегічного управління, заснована на аналізі ефективності компанії за певним набором ретельно підібраних показників, які відображають фінансові, інвестиційні, маркетингові та інші сфери діяльності підприємства).

У процесі вивчення літератури з даного питання було виявлено, що не існує єдиної системи методів оцінювання ефективності діяльності компанії. Ця тема викликає безліч питань і розбіжностей, у кожного фахівця з цього приводу своя унікальна думка. За результатами вивчення запропонованих концепцій оцінки

сформовано перелік підходів, які найбільш повно охоплюють ключові критерії економічної ефективності підприємств.

1.3 Огляд практичних досліджень з питань розв'язку задач оцінки ефективності функціонування підприємства

Для отримання більш обґрунтованої оцінки поточної ефективності функціонування складної системи і прогнозування її майбутньої ефективності бажано взяти до уваги структуру системи. У тому випадку, коли система є ієрархічною, це означає, що необхідно враховувати ефективність підсистем на різних рівнях ієрархії для того, щоб отримати обґрунтовану оцінку ефективності всієї системи. Очевидно, що процедуру оцінки ефективності складних ієрархічних систем було б доцільно представити у вигляді формалізованої методики. Представляється можливим побудувати таку методику на основі методу DEA.

Однак метод DEA має таку особливість: він дозволяє оцінювати тільки відносну ефективність об'єктів. Ефективність їх в порівнянні один з одним. Отже, необхідно модифікувати метод з тим, щоб одержувані оцінки ефективності можна було вважати абсолютними (з деякою часткою умовності). Тоді з'явилася б можливість агрегувати оцінки ефективності об'єктів в підсистемах на різних рівнях ієрархії в єдину інтегральну оцінку внутрішньої ефективності досліджуваної системи.

Таким чином, формалізована методика, побудована на основі модифікованого методу DEA, могла б служити інструментом підвищення якості управління складними ієрархічними системами.

Безсумнівно, головним поняттям, навколо якого будується вся конструкція теорії ефективності, є поняття ефективності.

«Ефективність - це найбільш загальне, що визначає властивість будь-якої цілеспрямованої діяльності, яка з пізнавальної точки зору розкривається через

категорію мети і об'єктивно виражається ступенем досягнення мети з урахуванням витрат ресурсів і часу». У техніці ефективність пов'язується з поняттям операції, під якою розуміється упорядкована сукупність взаємопов'язаних дій, спрямованих на досягнення певної мети. «Ефективність операції є ступінь відповідності реального (фактичного чи очікуваного) результату операції необхідному (бажаному) або, іншими словами, ступінь досягнення мети операції». Якість складної системи проявляється в повній мірі тільки в процесі її функціонування, тобто використовуючи за призначенням.

Ефективність системи не можна вивести повністю тільки з властивостей системи, необхідно враховувати також і властивості надсистеми. В даний час в цілому ряді робіт говориться про теорію ефективності. При цьому в одних джерелах вказується, що ця теорія ще не сформувалася в самостійну науку. В інших же виражається точка зору, що дана теорія цілком сформувалася: «об'єктом вивчення теорії ефективності є цілеспрямовані дії - операції, а предметом - закономірності, що зв'язують ефективність операції з якістю системи, умовами і способами її використання в операції». Теорію ефективності називають також «інструментом дослідження операцій».

Важливим поняттям теорії ефективності є показник ефективності. Ефективність, як і будь-яка властивість системи, володіє певною інтенсивністю свого прояви. Міру інтенсивності прояву ефективності називають показником ефективності. Є і більш розгорнуте визначення: «показник ефективності великої системи - це кількісна характеристика кінцевого результату її функціонування і розвитку протягом обумовленого періоду в порівнянні з цільовим нормативом і витратою ресурсів при заданих характеристиках стану системи і впливу зовнішнього середовища, а також при заданому векторі управління». Такий показник ефективності пропонується називати узагальненим показником ефективності великої системи.

У додатку до технічних систем дослідження ефективності операції є триєдине завдання:

- завдання оцінювання (вимірювання) ефективності операції;

- завдання аналізу ефективності операції;
- завдання оптимального синтезу ефективної операції.

Перші два завдання часто об'єднуються під загальною назвою прямої задачі, а третя називається зворотною завданням. Запропоновано таку послідовність вирішення цих завдань.

Етапи розв'язання прямої задачі (завдання аналізу ефективності операцій):

- а) виявлення та формулювання цілей операції;
- б) обґрунтування показників ефективності операції;
- в) обґрунтування критерію оцінювання ефективності операції;
- г) розробка математичної моделі операції;
- д) обчислення показників ефективності операції;
- е) оцінювання ефективності операції;
- ж) дослідження впливу експлуатаційно-технічних характеристик цілеспрямованої технічної системи на ефективність операції;
- з) аналіз чутливості показників ефективності до експлуатаційно-технічних характеристик цілеспрямованої технічної системи і відбір значущих чинників.

Етапи розв'язання оберненої задачі (завдання синтезу ефективної операції), як інженерно-технічної, так і організаційної:

- а) виявлення та формулювання цілей операції. Відбір значущих керованих факторів;
- б) обґрунтування показників ефективності операції і критерію її оцінювання;
- в) побудова математичної моделі операції;
- г) випробування моделі операції та визначення її оптимальних характеристик;
- д) обґрунтування вимог до структури цілеспрямованої технічної системи (структурний синтез);
- е) обґрунтування вимог до експлуатаційно-технічними характеристиками цілеспрямованої технічної системи (параметричний синтез);

ж) обґрунтування вимог до організації процесу функціонування системи (алгоритмічний синтез).

Наведений порядок дослідження ефективності може бути застосований не лише до складних технічних систем, а й до систем в інших предметних областях.

Підходи до дослідження ефективності в різних сферах відрізняються великою різноманітністю. Як приклад можна привести методи оцінки ефективності інвестиційних проектів. Іншим прикладом може бути підходу до оцінки ефективності системи замовлень продукції військового призначення, де використовуються не тільки детерміновані показники, але також і ймовірні.

Однак існують і більш загальні підходи, що застосовуються для оцінки ефективності вельми широких класів складних об'єктів. Різноманітність таких підходів розглянуто в декількох роботах.

1.4 Постановка задачі

Провівши огляд літератури та практичних досліджень з питань розв'язку задач оцінки ефективності функціонування підприємства можна визначити наступні завдання:

1. Розглянути базові моделі оцінки ефективності функціонування підприємства.
2. Проаналізувати можливості модифікації існуючих методів.
3. Визначити алгоритми розв'язку задачі.
4. Розробити програмні модулі для знаходження оцінки ефективності функціонування підприємства.

Висновки до розділу 1

1. Проаналізовано літературу з питань ефективності функціонування підприємства.
2. Розглянуто практичні досліджень з питань розв'язку задач оцінки ефективності функціонування підприємства.
3. Зазначено основні характеристики та підходи в вивченні даного питання.
4. Визначено задачі, необхідні для оцінки ефективності функціонування підприємства.

РОЗДІЛ 2 ВИХІДНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ. ОПИС МЕТОДІВ ТА ЇХ МОДИФІКАЦІЙ

У сучасній ринковій економіці і жорсткої конкуренції досить актуальним стало питання про економію та раціональне використання матеріальних ресурсів.

Для підприємств будь-якої форми власності дуже важливим є врахування фінансових результатів, що відображають динаміку витрат і доходів протягом певного часу. Однак, сама фінансова інформація, виражена в грошовій формі, без належного аналізу виробничої стратегії, ефективності використання виробничих ресурсів і розвитку ринків збуту не дають повної оцінки поточного стану та перспектив розвитку підприємства. Традиційний статистичний підхід характеризується порівнянням кожного елемента з деяким «середнім» показником. На відміну від них, в методах DEA і АНР проводиться порівняння кожного елемента тільки з відповідними йому аналогами. У даній роботі було розглянуто можливість комбінування цих двох підходів до проблеми оцінювання ефективності різного роду підприємств. Існують різні способи отримання порівняльних багатокритеріальних оцінок ефективності.

2.1 Базові методи MAI та DEA

Метод Data Envelopment Analysis був запропонований в 1978 р американськими вченими А. Чарнес, В. В. Купер, Є. Родес, які ґрунтувалися на ідеях М. Дж. Фарел. Спочатку метод призначався для оцінки ефективності функціонування некомерційних організацій. В даний час метод DEA активно використовується в різних предметних областях, розвивається теорія цього методу, публікується багато статей в різних наукових журналах [14, 17, 19].

Даний метод можна вважати способом оцінки виробничої функції, яка зараз в практичній реальності невідома.

Пояснимо основну ідею методу DEA на прикладі процесу виробництва одного виду продукції у з двох видів ресурсів x_1 і x_2 . [3]

Для спрощення ілюстрації будемо вважати ефект масштабу постійним. Це припущення дозволить нам використовувати двомірний графік, по осях координат якого відкладаються питомі витрати ресурсів, тобто обсяги ресурсів x_1 і x_2 в розрахунку на 1 одиницю продукції, що випускається. В результаті отримуємо одиничну ізокванту, представлену на рис. 2.1. [3]

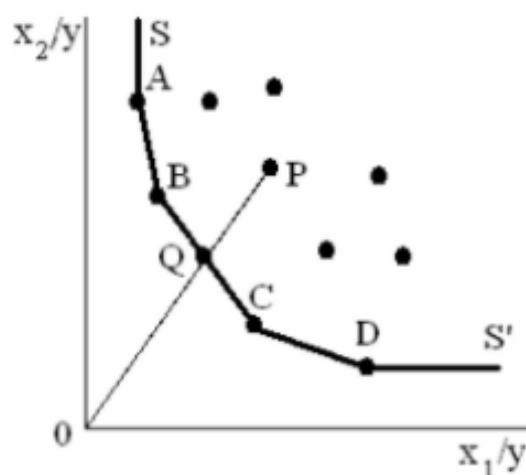


Рисунок 2.1 - Технологія виробництва з двома входами і одним виходом

Нехай об'єкт (фірма) P використовує ресурси в обсягах, що відповідають точці P на рис. 2.1. Тоді його технічна (технологічна) неефективність буде виражатися довжиною відрізка QP . Точка Q є проекцією точки P на кордон ефективності, при цьому проектування проводиться у напрямку до початку координат. Довжина відрізка QP є величина, на яку можуть бути пропорційно скорочені обсяги витрат ресурсів x_1 і x_2 без зменшення обсягу випуску y . Такий підхід до визначення ефективності називається орієнтованим на вхід (в оригіналі - input-oriented). Тоді технічна ефективність об'єкта (фірми) P буде визначатися таким чином:

$$TE_p = \frac{oQ}{oP} \quad (2.1)$$

На рис. 2.1 точки А, В, С і D є ефективними - на їх основі і формується межа ефективності. Точка Р не лежить на кордоні неефективності, отже, вона не є ефективною.

Проектування точок, відповідних неефективним об'єктів, на кордон ефективності вважається правомірним, виходячи з принципу: якщо об'єкт А здатний зробити певний обсяг випуску з певного обсягу ресурсів, то і об'єкт В також повинен бути здатний зробити такий же обсяг випуску з такого ж обсягу ресурсів.

З рис. 2.1 видно, що значення технічної ефективності не може перевищувати одиниці. При проектуванні неефективного об'єкта на кордон ефективності для нього формується цільовий гіпотетичний об'єкт, який є ефективним. Цей цільовий гіпотетичний об'єкт в математичному сенсі являє собою лінійну комбінацію реальних ефективних об'єктів (під реальним об'єктом в даному випадку, природно, мається на увазі точка в багатовимірному просторі). Число об'єктів, що входять в цю комбінацію, залежить від ряду факторів, у тому числі, від кількості вхідних і вихідних змінних, що описують об'єкти, і від значень цих змінних. Значення вхідних і вихідних змінних цільового об'єкта і служать цілями для неефективного об'єкта.

Існує і підхід, орієнтований на вихід. [3] Його можна проілюструвати на двовірному графіку для випадку, коли у виробництві бере участь один вид ресурсів x і проводиться два види випуску y_1 і y_2 (див. рис. 2.2). [3] Тоді за умови постійного ефекту масштабу по осях графіка відкладемо питомі випуски продуктів y_1 і y_2 , що припадають на 1 одиницю об'єму ресурсу x .

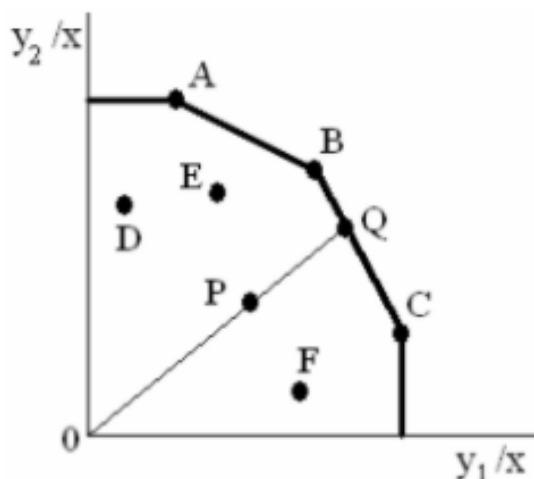


Рисунок 2.2 - Технологія виробництва з одним входом і двома виходами

На рис. 1.2 точки (об'єкти) А, В і С є ефективними, а точки D, E, F і P - неефективні. Якщо точку Р спроектувати в точку Q, що лежить на кордоні ефективності, то показник ефективності точки Р можна визначити так:

$$TE_p = \frac{OP}{OQ} \quad (2.2)$$

Основною задачею МАІ є розгляд деякої системи у вигляді ієрархічної структури для подальшого прийняття рішень, яке стосується функціонування цієї системи. Ієрархія складається з декількох рівнів та має головну ціль – найвищий рівень ієрархії. Елементи деякого рівня ієрархії порівнюються відносно елементів вищого рівня і таким чином визначаються їх пріоритети – локальні ваги. Для знаходження глобальних ваг елементів деякого рівня – потрібно проаналізувати їх відносно цілі – елемента найвищого рівня. Ця задача вирішується за допомогою методів агрегування локальних ваг.

В теорії прийняття рішень при застосуванні МАІ на найвищому рівні ієрархії знаходиться головна ціль, відносно якої відбувається вибір альтернатив. На нижчих рівнях ієрархії розташовані критерії, які представляють собою деякі частини головної цілі, на які вона розбивається під час виконання декомпозиції і побудови ієрархічної моделі. В найпростішому випадку критерії займають лише один рівень

ієрархії, але їх може бути і більше. На останньому рівні розташовані альтернативи, для яких необхідно розрахувати локальні ваги (відносно попереднього рівня) та, знаючи локальні ваги, розрахувати глобальні (відносно головної цілі).

Таким чином, МАІ дозволяє в більш зрозумілій формі сформулювати задачу та знизити навантаження на експертів, яким потрібно буде працювати з оцінюванням елементів складної системи. Функції МАІ полягають у структуризації складності, вимірюванні у шкалі відношень і синтезі. Трьома спорідненими з функціями базовими принципами МАІ є декомпозиція, порівняльні судження та ієрархічна композиція.

Принцип декомпозиції полягає у структуризації складної проблеми у вигляді ієрархії факторів, які впливають на головну ціль прийняття рішення. Ієрархію можуть утворювати критерії, підкритерії, групи зацікавлених осіб (актори), цілі, підцілі та політики акторів, сценарії, альтернативні варіанти рішень тощо. На останньому рівні ієрархії зазвичай знаходяться альтернативні варіанти рішень.

Для розрахунку ваг факторів і пріоритетів альтернатив в МАІ використовується принцип порівняльних суджень, згідно з яким суб'єктивні оцінки експертів є основною інформацією для визначення переваг одного елемента ієрархії над іншим. В МАІ елементи, що знаходяться на одному рівні ієрархії, попарно порівнюються між собою відносно їх впливу на спільний елемент вищого рівня, і експерт дає оцінку щодо інтенсивності переваги одного елемента над іншим в спеціальній шкалі.

Принцип ієрархічної композиції використовується для синтезу пріоритетів за всіма рівнями ієрархії. МАІ базується на чотирьох аксіомах.

Аксіома однорідності стверджує, що елементи, які порівнюються, не повинні відрізнятися між собою більш ніж на порядок величини, інакше це призведе до значних помилок в судженнях, зменшення точності та збільшення неузгодженості оцінок.

Згідно з аксіомою оберненості, якщо результат парного порівняння елементів та відносно їх батьківського елемента і означає в скільки разів більше елемент володіє властивістю в порівнянні з елементом.

Третя аксіома – це незалежність елементів вищих рівнів ієрархії від елементів нижчих рівнів. Використання МАІ потребує представлення проблеми у вигляді ієрархії, коли елементи нижчих рівнів залежать від елементів вищих рівнів. Якщо ж проблема прийняття рішення є настільки складною, що потребує моделювання за допомогою мережевої структури зі зворотними зв'язками, то для синтезу слід використовувати метод суперматриці.

Четверта аксіома МАІ полягає в адекватному представленні поглядів експертів. Оскільки МАІ – дуже гнучкий і може використовуватися в різних областях прийняття рішень різними способами, то експерти, які надають оцінки парних порівнянь елементів ієрархії, мають перевірити, що їхні погляди адекватно представлені в результатах роботи МАІ. [7]

При розв'язанні задачі методом аналізу ієрархій можна виділити наступні етапи:

- а) представлення задачі прийняття рішень у вигляді ієрархії;
- б) парні порівняння елементів одного рівня ієрархії відносно елемента вищого рівня;
- в) розрахунок локальних ваг елементів одного рівня ієрархії відносно елемента вищого рівня;
- г) оцінювання рівня узгодженості експертних оцінок;
- д) розрахунок глобальних ваг елементів ієрархії.

Тобто, базові методи МАІ та DEA достатньо прості для розуміння та можуть використовуватися для розв'язку задач оцінки альтернатив за заданими критеріями.

2.1.1 Загальна структура методу МАІ

Метод аналізу ієрархій (МАІ) був розроблений для моделювання взаємозв'язків між окремими складовими частинами задачі прийняття рішення за допомогою ієрархічної структури з наступним визначенням ваг або пріоритетів альтернативних варіантів рішень відносно елементів цієї структури.

При аналізі реальної системи число елементів та їхніх взаємозв'язків є настільки великим, що перевищує здатність експертів сприймати інформацію в повному обсязі. У цьому випадку реальність підрозділяється на складові частини за допомогою ієрархії.

Ієрархія є певним видом системи, заснованим на припущенні, що елементи системи можуть групуватися в окремі множини. Елементи кожної групи знаходяться під впливом елементів деякої цілком визначеної групи і, у свою чергу, впливають на елементи іншої групи. Але елементи в кожній групі незалежні.

Ієрархія – система, що складається з підсистем, ці підсистеми функціонують як ціле на одному рівні, вони є частинами системи більш високого рівня, стаючи підсистемами цієї системи.

Етапи МАІ проілюструємо на модельному прикладі. Відокремлюють наступні етапи МАІ [7]:

- а) побудова ієрархічної структури факторів, які впливають на головну ціль прийняття рішення; визначення альтернативних варіантів рішень;
- б) отримання суджень експертів щодо парних порівнянь елементів одного рівня ієрархії відносно спільного елементу вищого рівня. Парні порівняння елементів проводяться в фундаментальній шкалі відносної важливості і структуруються в матрицю парних порівнянь (МПП), яка є додатною і обернено симетричною;
- в) математична обробка суджень експертів:
 - розрахунок локальних ваг елементів кожного рівня ієрархії відповідно до батьківських елементів вищого рівня;

- аналіз узгодженості експертних оцінок;
- розрахунок глобальних ваг елементів ієрархії відносно головної цілі прийняття рішення.

Після того, як ієрархія побудована, необхідно провести парні порівняння елементів, які знаходяться на одному рівні, по відношенню до кожного елементу більш високого рівня.

Згідно з методом парних порівнянь МАІ експерт повинен дати відповіді на питання типу “Який критерій важливіший при виборі альтернатив? Яким є ступінь переваги?” Таке питання задається для всіх пар критеріїв, які знаходяться на першому рівні ієрархії. Загалом експерту пропонується провести $n(n-1)/2$ порівнянь, де n – кількість критеріїв одного рівня. Експерт дає свої оцінки у фундаментальній шкалі, яка є вербальною, і має 9 поділок. Так, якщо при порівнянні двох критеріїв експерт вважає, що обидва в рівній мірі впливають на досягнення головної мети, він вибирає якісну оцінку «однаково важливі». Якщо на думку експерта при виборі альтернативи більша увага приділяється одному критерію в порівнянні з іншим, то вибирається одна з якісних оцінок з множини {«Ненабагато важливіший», «Суттєво важливіший», «Значно важливіший», «Абсолютно важливіший» та проміжні між ними оцінки}.

Зазначимо, що експерт здійснює оцінювання, виходячи із власного досвіду, інтуїції, знання пріоритетів компанії. Тому, для однієї і тієї ж ієрархії оцінки, надані різними експертами, можуть відрізнятися. За результатами проведених експертом парних порівнянь формується матриця парних порівнянь.

Оцінка варіантів рішень з використанням МАІ здійснюється як на основі об’єктивної, так і суб’єктивної вихідної інформації. У тому випадку, коли вихідна інформація отримана з об’єктивних джерел у повному обсязі і є несуперечливою, результати задач прийняття рішень однозначні, тому немає необхідності в узгодженні вихідних даних.

При використанні в процесі прийняття рішень суб’єктивної інформації, представленої у вигляді кількісних (числових) чи якісних (лінгвістичних) оцінок, виникають умови невизначеності. Причинами виникнення невизначеності є:

неповнота знань експерта про властивості об'єктів; недостатній ступінь впевненості в правильності оцінок; суперечливість знань; нечіткість представлення інформації.

2.1.2 Загальна структура методу DEA

Розглянемо суть методу DEA на прикладі двох його моделей. Нехай є дані для K вхідних параметрів і M вихідних параметрів для кожного з N однорідних об'єктів (такими об'єктами можуть бути, наприклад, фірми, банки, університети). Для i -го об'єкта вони представлені вектор-стовпцями x_i і y_i відповідно. Тоді матриця X розмірності $K \times N$ і матриця Y розмірності $M \times N$ представляють собою матриці вхідних і вихідних параметрів для всіх N об'єктів. Модель формується у вигляді задачі лінійного програмування в такій формі:

$$\min_{\theta, \lambda} (\theta), \quad (2.3)$$

$$-y_i + Y\lambda \geq 0, \quad (2.4)$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0, \quad (2.5)$$

$$\lambda \geq 0 \quad (2.6)$$

де θ - скаляр, а λ є вектором констант розмірності $N \times 1$. Значення θ , отримане при виконанні завдання, і буде мірою ефективності i -го об'єкта. При цьому ефективність не може перевищувати одиниці. Аналогічне завдання вирішується N раз, тобто для кожного об'єкта. Представлена модель побудована в припущенні постійного ефекту масштабу і в результаті її N -кратного рішення формується межа ефективності у вигляді опуклого конуса. Уявімо модель, аналогічну моделі, але побудовану в припущенні змінного ефекту масштабу:

$$\min_{\theta, \lambda}(\theta), \quad (2.7)$$

$$-y_i + Y\lambda \geq 0, \quad (2.8)$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0, \quad (2.9)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1, \quad (2.10)$$

$$\lambda \geq 0 \quad (2.11)$$

Аналогічно моделям можуть бути побудовані і моделі з орієнтацією на вихід. В цьому випадку при їх вирішенні головним результатом буде видача рекомендацій по збільшенню випуску продукції без збільшення витрат ресурсів. Збільшення значень вектора y_i без збільшення значень вектора x_i . При досягненні рекомендованих значень y_i неефективні об'єкти можуть бути виведені на межу ефективності.

Нижче представлена модель з орієнтацією на вихід в припущенні постійного ефекту масштабу:

$$\max_{\phi, \lambda}(\phi), \quad (2.12)$$

$$-\phi y_i + Y\lambda \geq 0, \quad (2.13)$$

$$x_i - X\lambda \geq 0, \quad (2.14)$$

$$\lambda \geq 0 \quad (2.15)$$

А також модель з орієнтацією на вихід в припущенні змінного ефекту масштабу:

$$\max_{\phi, \lambda}(\phi), \quad (2.16)$$

$$-\phi y_i + Y\lambda \geq 0, \quad (2.17)$$

$$x_i - X\lambda \geq 0, \quad (2.18)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1, \quad (2.19)$$

$$\lambda \geq 0 \quad (2.20)$$

Межа ефективності - поняття умовне. Її вершинами є ефективні точки в просторі входів / виходів. Отримана межа ефективності є кусочно-лінійною. При вирішенні завдання DEA визначаються тільки ефективні точки-вершини. Всі ж проміжні точки межі можуть бути визначені як лінійні комбінації цих точок-вершин. [14, 15, 16]

Метод DEA у своїй традиційній формі дозволяє отримати показник тільки відносної ефективності об'єктів, оскільки вони оцінюються один щодо одного.

У наведених моделях вектори x_i і y_i не обов'язково повинні належати матрицями входів X і виходів Y . Вектори x_i і y_i можуть бути взяті з іншого масиву даних, наприклад, за інший часовий період. Однак в цьому випадку значення показника ефективності θ може бути більше 1, а значення показника ϕ , навпаки, менше одиниці, оскільки метод працює таким чином, що об'єкт (x_i, y_i) зіставляється з опуклою оболонкою (або з опуклим конусом) точок, що визначаються матрицями входів X і виходів Y . Звичайно, розмірності векторів x_i і y_i повинні бути узгоджені з розмірностями матриць X і Y .

2.1.3 Переваги та недоліки існуючих модифікацій

В багатьох роботах для більш повного, всебічного врахування різноманітних факторів при оцінюванні складних систем застосовувалися одночасно дві взаємодоповнюючі методології DEA та MAI. У такому застосуванні можна розглянути формування комплексних оцінок функціонування складних систем з урахуванням зваженого впливу критеріїв.

Основна ідея такої модифікації полягає в побудові ієрархічної структури задачі, вважаючи DMU в якості альтернатив, а вхідні та вихідні дані – критеріями. Для кожного критерію та альтернативи будується МПП і знаходяться нормовані

експертні оцінки значимості, які потім враховуються в якості додаткових коригуючих коефіцієнтів в задачі математичного програмування базового DEA.

В роботі [12] представлена модифікація, яку опишемо на прикладі задачі з двома підприємствами.

Першим етапом є розв'язок стандартної задачі CCR-моделі для підприємства А:

$$E_{aa} = \sum_j \lambda_j^1 y_j^k \rightarrow \max, \quad (2.21)$$

$$\sum_j \lambda_j^1 y_j^k - \sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k \leq 0 \text{ for } k = 1, n, \quad (2.22)$$

$$\sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k = 1, \quad (2.23)$$

$$\lambda_{ik}, \lambda_{jk} > 0 \text{ for } i = 1, m, j = 1, s \quad (2.24)$$

Для підприємства В в постановці задачі враховуємо знайдене значення в попередній задачі, тобто:

$$E_{ba} = \sum_j \lambda_j^1 y_j^k \rightarrow \max, \quad (2.25)$$

$$\sum_j \lambda_j^1 y_j^k - E_{aa} \sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k \leq 0 \text{ for } k = 1, n, \quad (2.26)$$

$$\sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k = 1, \quad (2.27)$$

$$\lambda_{ik}, \lambda_{jk} > 0 \text{ for } i = 1, m, j = 1, s \quad (2.28)$$

Аналогічно знаходяться значення E_{bb} та E_{ab} .

Далі розраховуємо відносну ефективність за формулою МАІ:

$$\alpha_{jk} = \frac{E_{jj} + E_{jk}}{E_{kk} + E_{kj}} \quad (2.29)$$

На основі отриманих значень α_{jk} будуюмо відповідну МПП та знаходимо ваги кожного підприємства.

Дана модифікація не потребує експертних оцінок та зберігає ранжування підприємств таким як в методі DEA, але дуже згладжує отримані оцінки ефективності. Тобто він знайде застосування в задачах отримання рейтингу ефективності підприємств, а ніж отриманні більш точних результатів для аналізу та прийнятті рішень.

Також існує інша модифікація методів на основі модифікованої CCR-моделі [11]:

$$f_k = \sum_j \lambda_{jk}^1 y_j^k \varphi^k \rightarrow \max, \quad (2.30)$$

$$\sum_j \lambda_{jk}^1 y_j^k e_j^k - \sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k e_i^k \leq 0 \text{ for } k = 1, n, \quad (2.31)$$

$$\sum_j \lambda_{jk}^1 y_j^k \phi^k - \sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k \phi^k \leq 0, \quad (2.32)$$

$$\sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k \varphi^k = 1, \quad (2.33)$$

$$\lambda_{ik}, \lambda_{jk} > 0 \text{ for } i = 1, m, j = 1, s \quad (2.34)$$

де φ^k – глобальна вага підприємства k , знайдена за методом MAI, e_j^k, e_i^k – локальні ваги підприємства k відносно критеріїв j та i відповідно.

Дана модель дає відмінні результати від отриманих методами DEA та MAI окремо, але для побудови такої задачі необхідно залучати експертів для побудови $m+s+1$ МПП, що значно ускладнює процес знаходження оцінки ефективності. З іншого боку даний метод має велику залежність від отриманих експертами значень, що може погіршити точність отриманих результатів. Врахування суб'єктивної думки щодо оцінки підприємств відносно кожного критерію, а тим паче відносно головної цілі призводить до помітних змін в результатах та наслідках прийнятих рішень.

2.2 Оцінювання і підтвердження узгодженості експертної інформації

Відомо, що якщо надані експертами оцінки не мають допустимої узгодженості, вони не можуть бути використані для розрахунку ваг альтернатив і прийняття рішення. Тому постає необхідність у розробці методів підвищення узгодженості експертної інформації.

Розглянемо методи знаходження найбільш неузгоджених експертних оцінок. Ці методи найкраще працюють, коли задана експертом множина оцінок призводить до нетранзитивних ранжувань. Найбільш неузгоджені експертні оцінки, які призводять до нетранзитивних ранжувань, будемо називати викидами. Викиди здебільшого виникають внаслідок неточного введення чи випадкових помилок — однією з причин появи викидів може бути неправильне розміщення отриманих від експерта оцінок в симетричні позиції матриці парних порівнянь.

Розглядається наступна задача: як ідентифікувати викиди в матриці парних порівнянь і зменшити вплив цих викидів на результуючі ваги.

Існує декілька методів знаходження викидів в МПП. [7, 21-24]

Метод 1 (розрахунок для укороченої МПП) базується на обчисленні індексу узгодженості для укороченої МПП, отриманої з початкової МПП послідовним виключенням з розгляду одного з рядків (стовпчиків) МПП.

Метод 2 (розрахунок кореляції між рядками і стовпчиками МПП)

Цей метод базується на факті, що зі збільшенням узгодженості МПП кореляція між її рядками (і стовпчиками) прямує до одиниці.

Метод складається з наступних кроків:

Крок 1. Розраховуються математичні сподівання $M(R_i^r)$ коефіцієнтів кореляції між i -м та всіма іншими рядками МПП D , а також математичні сподівання $M(R_j^c)$ коефіцієнтів кореляції між j -м та всіма іншими стовпчиками D . Коефіцієнт кореляції для двох векторів x і y розраховується за формулою:

$$r_{xy} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2.35)$$

де \bar{x}, \bar{y} - вибіркові середні, $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, σ_x, σ_y - стандартні відхилення,

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2.$$

Крок 2. Знаходяться $\min_i \{M(R_i^r)\}$ і $\min_j \{M(R_j^c)\}$. Нехай ці мінімуми досягаються на рядку з номером $i = i^*$ і стовпчику з номером $j = j^*$.

Крок 3. Тоді елемент $d_{i^*j^*}$ МПП – викид.

Метод 3 (критерій Хі-квадрат)

Метод знаходження викидів складається з наступних кроків:

Крок 1. Для кожного елементу заповненої експертом (емпіричної) МПП D обчислюються значення

$$\Delta_{ij} = \frac{(d_{ij} - t_{ij})^2}{t_{ij}} \quad (2.36)$$

$$\text{де } t_{ij} = \left(\sum_{k=1}^n d_{ik} \right) \left(\sum_{l=1}^n d_{lj} \right) / \left(\sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n d_{kl} \right).$$

Крок 2. Розраховується математичне сподівання і дисперсія Δ_{ij} . Визначається довірчий інтервал для Δ_{ij} .

Крок 3. Визначаються ті значення $\Delta_{i^*j^*}$, які лежать за межами довірчого інтервалу. Тоді відповідні елементи $d_{i^*j^*}$ - викиди.

Метод 4 (аналіз транзитивностей):

Крок 1. Будується множина транзитивностей МПП $\Gamma = \{\Gamma_u\}$, $u = 1, \dots, NT$:

$$\Gamma_u = \{d_{ij}, d_{jk}, d_{ik}\}, \quad i, j, k = 1, \dots, n, \quad i < j < k, \quad NT = \frac{n!}{(n-3)!3!}, \quad n \geq 3 \quad \text{і обчислюються}$$

значення визначників цих транзитивностей:

$$Det = \{\det(\Gamma_u)\}, \det(\Gamma_u) = \frac{d_{ij}d_{jk}}{d_{ik}} + \frac{d_{ik}}{d_{ij}d_{jk}} - 2 \quad (2.37)$$

Крок 2. Для кожної пари (i, j) знаходяться значення $S_{i,j} = \sum_{k=1}^n \left(\frac{d_{ij}d_{jk}}{d_{ik}} + \frac{d_{ik}}{d_{ij}d_{jk}} - 2 \right)$.

Найбільш неузгодженим є елемент $d_{i^*j^*}$, індекси якого визначаються з умови $(i^*, j^*) : \max_{i,j} S_{i,j}$.

Метод 5 (потоків):

Крок 1. Для кожної альтернативи a_i обчислюється вихідний потік Φ_i - це кількість альтернатив a_j , таких що a_i переважає a_j , а саме, $d_{ij} > 1$.

Крок 2. Найбільш неузгодженим є елемент $d_{i^*j^*}$ МПП, такий що

$$d_{i^*j^*} : \max_{i,j} (\Phi_j - \Phi_i), \text{ якщо } i \neq j, d_{i,j} > 1 \quad (2.38)$$

Якщо останній умові задовольняє декілька елементів $d_{i^*j^*}$, то серед них шукається елемент, який приводить до більшої неузгодженості, а саме, елемент, на якому досягається максимальне значення виразу:

$$\gamma_{ij} = \frac{1}{n-2} \sum_{k=1}^n (\ln d_{i,j} - \ln(d_{i,k}d_{k,j})), \text{ де } k \neq i \neq j \quad (2.39)$$

Зворотній зв'язок з експертом потребує багато часу і зусиль з боку експертів, тому для підвищення узгодженості, коли це можливо, використовують методи автоматичного коригування МПП без участі експертів. [24]

Ітераційний алгоритм автоматичного підвищення узгодженості МПП D складається з кроків:

а) задати значення α , $0 < \alpha < 1$. На першому кроці при $k=0$, $D^{(0)} = (d_{ij}^{(0)}) = (d_{ij})$;

- б) розрахувати ваги $w^{(k)} = (w_1^{(k)}, \dots, w_n^{(k)})^T$ з МПП $D^{(k)}$;
- в) розрахувати $CR^{(k)}$. Якщо $CR^{(k)} \leq 0.1$, перейти на крок 6, інакше перейти на крок 4;
- г) розрахувати $D^{(k+1)} = (d_{ij}^{(k+1)})$, використовуючи один з двох методів:
- зваженої геометричної середньої, WGMM

$$d_{ij}^{(k+1)} = \left(d_{ij}^{(k)} \right)^\alpha \left(\frac{w_i^{(k)}}{w_j^{(k)}} \right)^{1-\alpha} \quad (2.40)$$

- зваженої арифметичної середньої, WAMM

$$d_{ij}^{(k+1)} = \begin{cases} \alpha d_{ij}^{(k)} + (1-\alpha) \frac{w_i^{(k)}}{w_j^{(k)}}, & i=1,2,\dots,n; \quad j=i,i+1,\dots,n \\ \frac{1}{\alpha d_{ji}^{(k)} + (1-\alpha) \frac{w_j^{(k)}}{w_i^{(k)}}}, & i=2,3,\dots,n; \quad j=1,2,\dots,i-1 \end{cases} \quad (2.41)$$

- д) $k := k+1$, перейти на крок 2;
- е) вивести k , $D^{(k)}$, $CR^{(k)}$. $D^{(k)}$ - модифікована МПП з припустимою неузгодженістю ($CR^{(k)} \leq 0.1$).

Описані вище підходи знаходження викидів та підвищення узгодженості дозволяють використовувати отримані експертні оцінки в прийнятті рішень.

2.3 Оцінювання чутливості отриманих результатів

Експертні оцінки піддаються впливу невизначеності і, як наслідок, можуть бути суперечливими. Причинами протиріч, зокрема, можуть бути:

- неповнота знань у експертів щодо питання, яке розглядається;
- втома або незацікавленість експертів у рішенні;
- існування неузгодженостей реального світу;
- неадекватність ієрархічної структури моделі;
- скалярна шкала для вираження суджень експертів.

Сімейство методів аналізу ієрархій (МАІ) є одним з найбільш широко використовуваних методів багатокритеріального прийняття рішень на базі експертних оцінок. [25] Для дослідження достовірності отриманого рішення доцільно визначити залежність між результатами МАІ та ступенем неточності початкових даних — експертних оцінок. Ця задача відноситься до більш узагальненого класу задач аналізу чутливості (АЧ) розв'язку до зміни початкових даних.

Розглянемо математичну постановку задачі аналізу чутливості розв'язку, отриманого МАІ, для ієрархії прийняття рішень, яка складається з двох рівнів: критерії та альтернативи.

Дано:

- $A = \{a_i \mid i = 1, \dots, n\}$ - множина альтернативних варіантів рішень;
- $C = \{C_j \mid j = 1, \dots, m\}$ - множина критеріїв (цілей);
- $W^C = \{w_j^C\}$, w_j^C - вага критерію C_j , $\sum_{j=1}^m w_j^C = 1$.
- $W = \{w_{ij}\}$, w_{ij} - вага a_i відносно C_j ;
- $W^{glob} = \{w_i^{glob}\}$, w_i^{glob} - глобальна вага альтернативи a_i .

Потрібно:

– оцінити чутливість глобальних ваг альтернатив W^{glob} до змін у вагах критеріїв W^C .

Перейдемо до розгляду графічних методів аналізу чутливості. [25]

АЧ виконання. В даному прикладі альтернатива a_1 краща за інші альтернативи лише за одним критерієм з чотирьох, але отримала найбільшу глобальну вагу. Оптимальність альтернативи залежить від ваг критеріїв. При поточних оцінках переваг оптимальною є альтернатива a_1 , тобто інвестору слід вкладати кошти у відкритий ПФ. Однак, якщо, збільшиться вага цілі «мінімізація ризику», то оптимальною може стати альтернатива a_2 .

Ваги критеріїв позначаються діаграмою (вертикальними стовпчиками) у лівій шкалі (рис.2.3). Локальні ваги альтернатив за кожним з критеріїв позначені відмітками на вертикальних лініях критеріїв в правій шкалі. Також на правій шкалі позначені глобальні ваги альтернатив.

Локальні і глобальні ваги виміряні у шкалі відношень. Це означає, що крім ранжування альтернатив за кожним з критеріїв та загального ранжування альтернатив, нам відомі також інтервали і відношення між оцінками альтернатив.

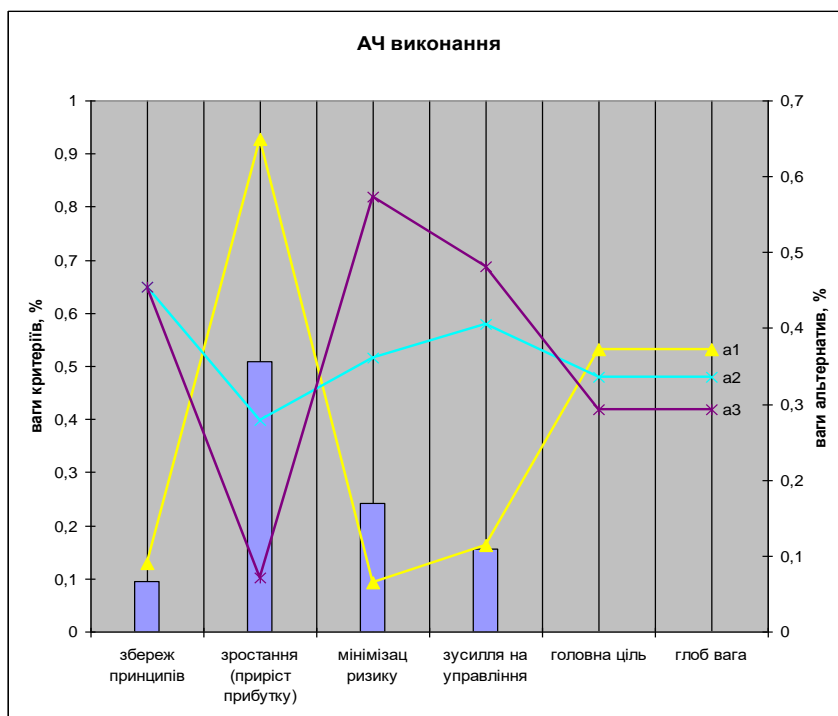


Рисунок 2.3 – Приклад АЧ виконання

Розглянемо, наприклад, критерій «збереження принципів». Альтернативи a_2 і a_3 мають однакове виконання за цим критерієм, в той час як інтервал між альтернативами a_1 і a_2 є великим.

Інтервали між оптимальною альтернативою a_1 і наступною оптимальною альтернативою a_2 є великими за кожним з критеріїв. Це є важливою інформацією.

Градiєнтний АЧ результатів до важливості одного з критеріїв.

Наприклад, розглянемо критерій c_1 «збереження принципів». Поточна важливість цього критерію дорівнює 0.09, про що свідчить вертикальна червона лінія на рис.2.4.

Градiєнт лінії альтернативи у точці показує процентне відношення зміни глобальної ваги альтернативи при зміні ваги даного критерію. Лінії альтернатив перетинаються з вертикальною прямою критерію в точках, що відповідають глобальним вагам альтернатив.

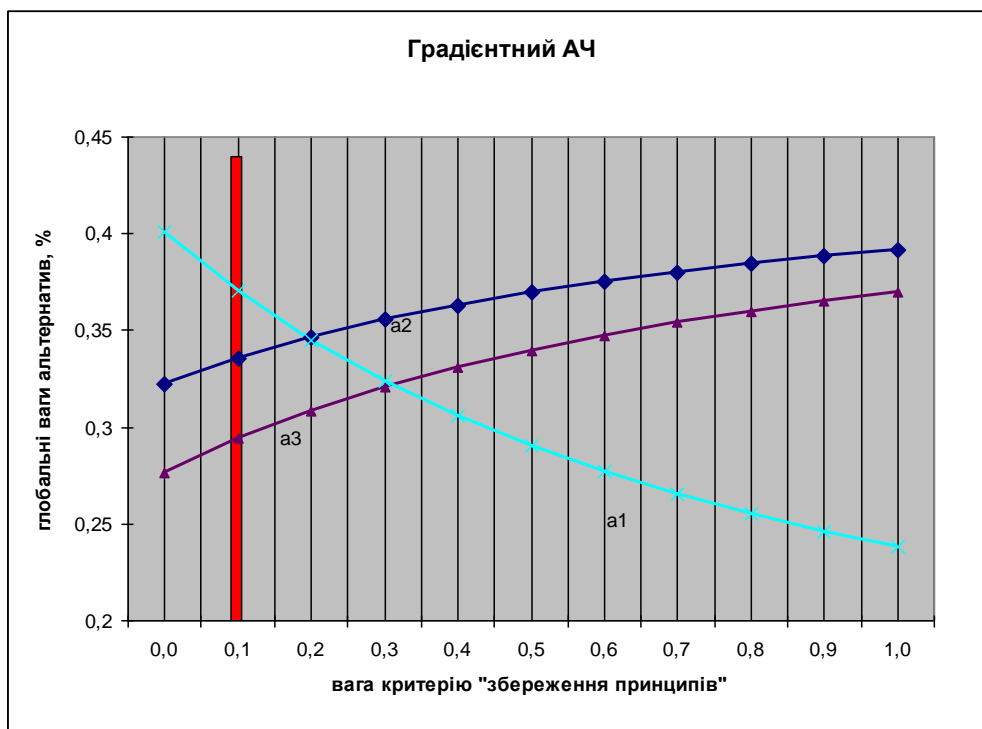


Рисунок 2.4 – Приклад градiєнтний АЧ

При вазі критерію «збереження принципів» рівній $w_1^C = 0.09$, оптимальною є альтернатива a_1 . При зменшенні ваги w_1^C глобальна важливість a_1 зменшується, а

глобальна важливість a_2 , навпаки, збільшується. Якщо вага критерію «збереження принципів» стає меншою за 0.2, то a_2 стає оптимальною. Для такої зміни оптимальної альтернативи вага критерію має змінитися на 100% ($0.09 + 1 \cdot 0.09 = 0.2$), тобто для зміни оптимальної альтернативи потрібно суттєво змінити вагу критерію.

Динамічний АЧ. Ваги критеріїв та глобальні ваги альтернатив відображаються на двох лінійчатих діаграмах. Користувач може змінювати вагу одного з критеріїв, рухаючи відповідний елемент діаграми (ваги інших критеріїв при цьому змінюються пропорційно до своїх початкових значень) та спостерігати як на другій діаграмі змінюються глобальні ваги альтернатив.

Різницевий АЧ. Лінійна діаграма різниць між двома оптимальними альтернативами показана на рис.2.5. ПФ сильно перевищує депозит за критерієм «зростання». За іншими трьома критеріями депозит сильно перевищує ПФ.

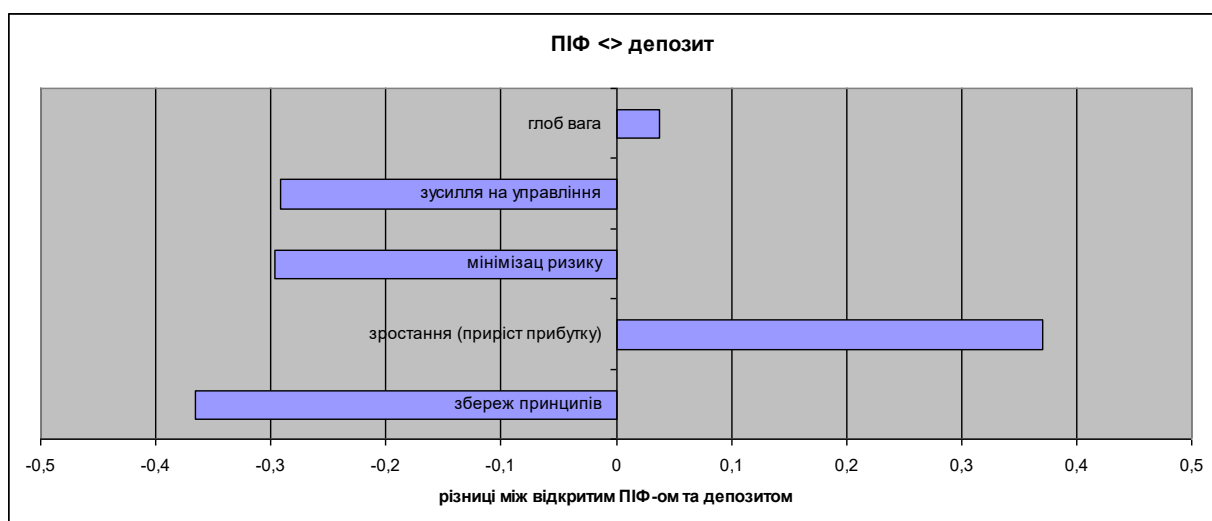


Рисунок 2.5 – Приклад різницевого АЧ

Висновки до розділу 2

1. Визначено структуру базових методів та їх модифікацій.
2. Розглянуто алгоритми оцінки та підтвердження узгодженості експертних оцінок.
3. Розглянуто алгоритми оцінювання чутливості отриманих результатів.

РОЗДІЛ 3 РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ MAI ТА DEA

3.1 Опис базових моделей

Метод DEA дозволяє оцінювати ефективність діяльності організації, ґрунтуючись на показниках ряду подібних підрозділів, організацій та підприємств. Для даного методу можна скласти набір критеріїв із входів та виходів моделі, що дозволить проаналізувати ефективність ряду організацій. Це створить базу для надання рекомендацій та збільшення показника ефективності роботи підприємства.

Базова модель оцінки по методу DEA застосовується, якщо підприємство ще не має репутації, яка впливає на показник продажу. Також враховується, що підприємства знаходяться в однакових умовах та можуть бути конкурентоспроможними в визначенні показника ефективності. Базова модель визначає оцінку ефективності по вже визначеному набору входних та вихідних параметрів для аналізу.

Перед тим як проводити оцінку підприємства по базовій моделі DEA необхідно прийняти рішення про можливість включення підприємства в рівномірну вибірку для оцінки за заданим числом входів і виходів. Для визначення правомірності включення досить встановити обмеження на від'ємні значення критеріїв виходу підприємства. Можна визначити, наприклад, наступні обмеження:

- підприємства знаходяться на однорідній території;
- підприємства рівноправні щодо напрямку та характеру своєї діяльності.

Базовими моделями DEA-аналізу є пряма і зворотня CCR- (Чарнеса, Купера та Родоса) і ВСС-моделі (Банкера, Чарнеса і Купера). Основна ідея методів полягає в способі формування оцінки порівняльної ефективності складних багатовимірних систем. [12, 14]

В постановці задачі вважається, що система, яку досліджуємо, характеризується m -вхідними і k -вихідними параметрами, при цьому вихідні величини вибираються таким чином, щоб кожна з них характеризувала фактор, що грає позитивну роль у загальному показнику ефективності досліджуваної системи.

Такими вихідними показниками можуть бути різноманітні величини, що характеризують різноманітні аспекти діяльності: виробничо-технологічні (об'єм та касети кінцевої продукції, довговічність), управлінні (стійкість, керуючість), економічні (прибуток, дохід), екологічні та ін. Основним класом вхідних характеристик є ресурси системи - матеріальні, інформаційні, капітальні, фінансові, трудові і т.д.

На підставі змісту вибору m -входів X і k -виходів Y , сукупність яких з позиції дослідника дає досить повну та адекватну характеристику системи, структура комплексного показника ефективності досліджуваної системи в базовому варіанті методу DEA формується таким чином:

$$f = \frac{u_1 Y_1 + u_2 Y_2 + \dots + u_k Y_k}{v_1 X_1 + v_2 X_2 + \dots + v_m X_m} \quad (3.1)$$

У заданій формулі ваги u_i , v_j є невідомими змінними, на які накладається єдина головна умова невід'ємності - $u_i \geq 0$, $v_j \geq 0$.

В якості гіпотез при знаходженні чисельних показників комплексної ефективності кожної з n оцінюючих систем в методі DEA передбачається, що величини всіх показників комплексної ефективності f обмежені, і здійснюється ранжування цих значень на числовому інтервалі $(0, 1)$, виходячи з умови максимізації показників ефективності f для кожної з систем.

У цьому випадку завдання пошуку для n -ї системи загальному показнику ефективності f_n і відповідного йому набору коефіцієнтів ваги u_{in} , v_{jn} записується наступним чином.

Знайти максимум функціоналу:

$$f_n = \max_{u_{in} v_{jn} \in G} \frac{u_{1n} Y_{1n} + u_{2n} Y_{2n} + \dots + u_{kn} Y_{kn}}{v_{1n} X_{1n} + v_{2n} X_{2n} + \dots + v_{mn} X_{mn}} \quad (3.2)$$

За умови існування системи обмежень, що визначає область значень G коефіцієнтів ваг u_{in}, v_{jn} :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{u_{11} \cdot Y_{11} + u_{21} \cdot Y_{21} + u_{31} \cdot Y_{31} + \dots + u_{k1} \cdot Y_{k1}}{v_{11} \cdot X_{11} + v_{21} \cdot X_{21} + v_{31} \cdot X_{31} + \dots + v_{m1} \cdot X_{m1}} \leq 1, \\ \frac{u_{12} \cdot Y_{12} + u_{22} \cdot Y_{22} + u_{32} \cdot Y_{32} + \dots + u_{k2} \cdot Y_{k2}}{v_{12} \cdot X_{12} + v_{22} \cdot X_{22} + v_{32} \cdot X_{32} + \dots + v_{m2} \cdot X_{m2}} \leq 1, \\ \dots\dots\dots \\ \frac{u_{1n} \cdot Y_{1n} + u_{2n} \cdot Y_{2n} + u_{3n} \cdot Y_{3n} + \dots + u_{kn} \cdot Y_{kn}}{v_{1n} \cdot X_{1n} + v_{2n} \cdot X_{2n} + v_{3n} \cdot X_{3n} + \dots + v_{mn} \cdot X_{mn}} \leq 1, \\ u_{in} \geq 0; v_{jn} \geq 0, \\ i = \{1, 2, \dots, k\}; j = \{1, 2, \dots, m\}; n = \{1, 2, \dots, N\}. \end{array} \right. \quad (3.3)$$

Така постановка задачі формує N задач математичного програмування, рішення яких визначає значення n -го показника ефективності f_n , проранжованого на одиничному інтервалі $(0, 1)$.

Для розв'язку такої задачі запропоновано два основних метода. Основна (базова) модель DEA, названа моделлю CCR, привела до кількох розширюючих моделей, серед них найбільш цікава ВСС. При чому є дві їх модифікації – з орієнтацією на входи та з орієнтацією на виходи.

В основі CCR-моделі лежить максимізація функції від вихідних критеріїв при умові, що функція від вхідних змінних рівна одиниці. В такому випадку задача лінійного програмування матиме вигляд:

$$f_k = \sum_j \lambda_j^1 y_j^k \rightarrow \max, \quad (3.4)$$

$$\sum_j \lambda_j^1 y_j^k - \sum_i \lambda_i^2 x_i^k \leq 0 \text{ for } k = 1, n, \quad (3.5)$$

$$\sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k = 1, \quad (3.6)$$

$$\lambda_{ik}, \lambda_{jk} > 0 \text{ for } i = 1, m, j = 1, s, \quad (3.7)$$

В основі ВСС-моделі лежить така модифікація методу ССР, яка вводить деяку штучну змінну M , для якої не накладаються обмеження. Модель з орієнтацією на входи полягає в наступному: вважаємо, що функція від входів рівна одиниці для того DMU, який розглядається в даній задачі, а метою задачі є максимізація функції від вихідних критеріїв. Модель з орієнтацією на виходи полягає в максимізації функції від входів при умові, що функція від виходів рівна одиниця. В такому випадку задачі лінійного програмування матимуть вигляд:

Орієнтація на входи ВСС

$$f_k = \sum_j \lambda_{jk} y_j^k + M \rightarrow \max, \quad (3.8)$$

$$\sum_j \lambda_{jk} y_j^k - \sum_i \lambda_{ik} x_i^k + M \leq 0 \text{ for } k = 1, n, \quad (3.8)$$

$$\sum_i \lambda_{ik} x_i^k = 1, \quad (3.9)$$

$$\lambda_{ik}, \lambda_{jk} > 0 \text{ for } i = 1, m, j = 1, s \quad (3.10)$$

Орієнтація на виходи ВСС

$$f_k = \sum_i \lambda_{ik} x_i^k + M \rightarrow \min, \quad (3.11)$$

$$\sum_j \lambda_{jk} y_j^k - \sum_i \lambda_{ik} x_i^k - M \leq 0 \text{ for } k = 1, n, \quad (3.12)$$

$$\sum_j \lambda_{jk} y_j^k = 1, \quad (3.13)$$

$$\lambda_{ik}, \lambda_{jk} > 0 \text{ for } i = 1, m, j = 1, s \quad (3.14)$$

Теоретична ідея таких задач в тому, що в задачі з орієнтацією на входи ми приймаємо, що останні були викладені повністю. Тобто розглянута DMU отримала максимум для реалізації своєї максимальної ефективності. В задачі з орієнтацією

на виході закладена протилежна ідея: розглянута DMU досягла свого можливого максимуму в реалізації при тих умовах, які були поставлені на вході.

МАІ також можна розглянути як метод для розв'язку задачі оцінки ефективності підприємств. В такому випадку модельна задача матиме наступний вигляд:

Дано:

- $A = \{a_i \mid i = 1, \dots, n\}$ - множина підприємств, які включаємо до порівняння;
- $C = \{C_j \mid j = 1, \dots, m\}$ - множина критеріїв (входів та виходів), за якими

визначається головна ціль – оцінка ефективності;

- $W^C = \{w_j^C\}$, w_j^C - вага критерію C_j , $\sum_{j=1}^m w_j^C = 1$.

- $W = \{w_{ij}\}$, w_{ij} - вага a_i відносно C_j .

Потрібно:

- знайти $W^{glob} = \{w_i^{glob}\}$, w_i^{glob} - глобальну вагу підприємства a_i , тобто деяку оцінку ефективності даного підприємства для співвідношення з іншими.

Структура моделі представлена на рис. 3.1.

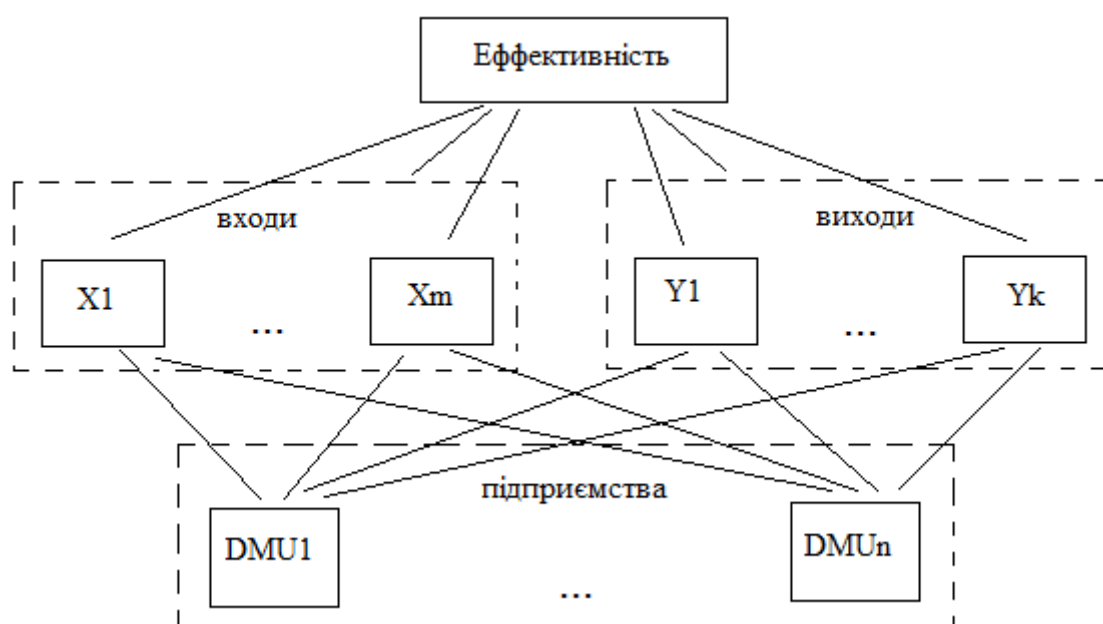


Рисунок 3.1 – Структура моделі

Для даної моделі необхідно отримати експертні оцінки та побудувати МПП для вирішенні задачі оцінки ефективності методом MAI. [5, 12, 13]

В роботі також представлено порівняння результатів даних методів для оцінки ефективності 8 компаній та отримано наступні результати, які відображені на рис.3.2.

№ №	Компания	Рентабельность 0,6	Темп прироста 0,4	Синтези- рованные оценки MAI	Значения DEA- оценки	Норми- рованная DEA- оценка	Отклоне- ния
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	МОЭСК	0,0863	0,0929	0,0889	0,7562	0,1154	0,0265
2.	"Татэнерго"	0,0501	0,0657	0,0564	0,6135	0,0936	0,0373
3.	ОГК-1	0,2457	0,0313	0,1599	0,9346	0,1426	-0,0173
4.	"Иркутскэнерго"	0,1492	0,2732	0,1988	1.0000	0,1526	-0,0462
5.	ОГК-4	0,3362	0,0513	0,2223	1.0000	0,1526	-0,0697
6.	ТГК-10	0,0876	0,0240	0,0622	0,6986	0,1066	0,0445
7.	"Ленэнерго"	0,0320	0,0990	0,0588	0,5499	0,0839	0,0251
8.	ТГК-6	0,0128	0,3626	0,1528	1.0000	0,1526	-0,0001

Рисунок 3.2 – Результати роботи методів DEA та MAI

З рис.3.2 можна зробити висновок, що дані методи хоч і дають близькі результати, але ранжування компаній змінюється.

3.2 Опис модифікацій методів

Провівши аналіз існуючих модифікацій, описаних в розділі 2, виявлено певні недоліки. Тому, в даній роботі було запропоновано іншу модифікацію методів DEA та MAI:

Нехай ми оцінюємо ефективність для n DMU ($j=1\dots n$), враховуючи m входів ($i=1\dots m$) та s виходів ($r=1\dots s$). Введемо деякі IDMU та ADMU та визначимо їх наступним чином. IDMU - це віртуальний DMU, який може використовувати мінімальні входи та отримувати максимальні виходи. ADMU - це DMU, який споживає максимальні входи, але отримує мінімальні виходів.

Також визначимо

$$x_i^{min} = \min_j \{x_{ij}\}, x_i^{max} = \max_j \{x_{ij}\} \quad (3.15)$$

$$y_r^{min} = \min_j \{y_{rj}\}, y_r^{max} = \max_j \{y_{rj}\} \quad (3.16)$$

Тоді ефективність для IDMU та ADMU можна визначити відповідно формулам:

$$\theta_{IDMU} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{min}} \quad (3.17)$$

$$\theta_{ADMU} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{min}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{max}} \quad (3.18)$$

Для IDMU та ADMU задані значення ефективності знаходитимуться з наступних моделей методу DEA:

$$\theta_{IDMU} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{min}} \rightarrow \max \quad (3.19)$$

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} \leq 1, \forall j \quad (3.20)$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s \quad (3.21)$$

та відповідно

$$\varphi_{ADMU} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{min}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{max}} \rightarrow \min \quad (3.22)$$

$$\varphi_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} \geq 1, \forall j \quad (3.23)$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s \quad (3.24)$$

Нехай θ_{IDMU}^* та φ_{ADMU}^* - розв'язки задач при оптимальних значеннях. Тоді найбільше можливе значення ефективності для всіх DMU з урахуванням IDMU буде розраховуватися з наступних задач:

$$\theta_{j0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}} \rightarrow \max \quad (3.25)$$

$$\theta_{IDMU}^* = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\min}} \quad (3.26)$$

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}} \leq 1, \forall j \quad (3.27)$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s \quad (3.28)$$

А найменше можливе значення ефективності для всіх DMU з урахуванням ADMU буде розраховуватися з наступних задач:

$$\varphi_{j0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}} \rightarrow \min \quad (3.29)$$

$$\varphi_{ADMU}^* = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\max}} \quad (3.30)$$

$$\varphi_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} \geq 1, \forall j \quad (3.31)$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s \quad (3.32)$$

Тоді індекс відносної близькості (RC) визначатимемо:

$$RC_{j0} = \frac{\varphi_{j0} - \varphi_{ADMU}^*}{(\varphi_{j0} - \varphi_{ADMU}^*) + (\theta_{IDMU}^* - \theta_{j0})} \quad (3.33)$$

Такий підхід дозволяє деталізувати відношення між DMU та визначити ранжування DMU, для яких стандартні методи DEA дають однакові результати.

Окрім цього, критерії, які враховуються в розрахунках можуть мати різну значущість при розрахунку ефективності, та й навіть співвідноситись між собою у

вигляді певної ієрархічної структури, яку можна подати у вигляді, представленому вище на рис. 3.1.

При цьому блоки виходів та входів можуть мати свою складну ієрархію. В такому випадку потрібно враховувати ваги впливу кожного з критеріїв на оцінки входів та виходів для розрахунку ефективності. Враховуючи це виникає необхідність застосовувати метод МАІ для розрахунку ваг критеріїв відносно входів та виходів для кожної зі структур та включати знайдені значення в модель.

Розглядаючи кожен блок окремо – для входів та виходів, за допомогою експертних оцінок та методу МАІ можемо отримати ваги вхідних критеріїв відносно входу та ваги вихідних критеріїв відносно виходу. Нехай такі значення задаємо відповідно e^i , e^r – ваги відповідно критеріїв входів i та виходів r . При цьому знайдені значення такі, що $\sum_{i=1}^m e^i = 1$, $\sum_{r=1}^s e^r = 1$.

Тоді з урахуванням ваг критеріїв наведені вище моделі матимуть вигляд:

$$\theta_{IDMU} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{max}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{min}} \rightarrow max \quad (3.34)$$

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i} \leq 1, \forall j \quad (3.35)$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s, \quad (3.36)$$

$$\varphi_{ADMU} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{min}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{max}} \rightarrow min \quad (3.37)$$

$$\varphi_j = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i} \geq 1, \forall j \quad (3.38)$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s \quad (3.39)$$

Та відповідно

$$\theta_{j0} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_{ij0}} \rightarrow max \quad (3.40)$$

$$\theta^*_{IDMU} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{max}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{min}} \quad (3.41)$$

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_{ij0}} \leq 1, \forall j \quad (3.42)$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s, \quad (3.43)$$

$$\varphi_{j0} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_{ij0}} \rightarrow \min \quad (3.44)$$

$$\varphi^*_{ADMU} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\max}} \quad (3.45)$$

$$\varphi_j = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i} \geq 1, \forall j \quad (3.46)$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s \quad (3.47)$$

Також, в практичних задачах велика ймовірність того, що для різних DMU можуть бути визначені свої ваги критеріїв. В такому випадку для кожної групи методом МАІ необхідно окремо визначити ваги критеріїв входів та виходів відповідно і приймати саме такі значення e_j^i , e_j^r в зазначених вище задачах (3.40-47). Для таких задач формули (3.34-39) залишаються незмінними, а формули (3.40-3.47) матимуть вигляд:

$$\theta_{j0} = \frac{\sum_{r=1}^s e_j^r u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m e_j^i v_i x_{ij0}} \rightarrow \max \quad (3.48)$$

$$\theta^*_{IDMU} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\min}} \quad (3.49)$$

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s e_j^r u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m e_j^i v_i x_{ij0}} \leq 1, \forall j \quad (3.50)$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s, \quad (3.51)$$

$$\varphi_{j0} = \frac{\sum_{r=1}^s e_j^r u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m e_j^i v_i x_{ij0}} \rightarrow \min \quad (3.52)$$

$$\varphi^*_{ADMU} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\max}} \quad (3.53)$$

$$\varphi_j = \frac{\sum_{r=1}^s e_j^r u_r y_r}{\sum_{i=1}^m e_j^i v_i x_i} \geq 1, \forall j \quad (3.54)$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s \quad (3.55)$$

Основні відмінності даного підходу:

- дозволяє деталізувати відносну оцінку ефективності за рахунок оцінок зверху та знизу значеннями IDMU та ADMU;
- дозволяє врахувати вплив критеріїв входів та виходів на оцінку ефективності, які визначаються методом MAI та включаються в розроблену модель;
- не враховує суб'єктивну думку експертів, яка несе характер оцінки тих же результатів, які ми хочемо отримати (так як відсутня експертна оцінка DMU відносно головної цілі, а враховуються лише ваги критеріїв);
- враховує поставлену мету підприємства за рахунок визначення ваг критеріїв для кожного DMU окремо, тому отримані результати також свідчатимуть про ступінь її досягнення.

3.3 Опис алгоритмів розв'язку задачі оцінки ефективності функціонування підприємства на основі модифікацій

Для розв'язку задачі необхідно виконати наступний алгоритм дій:

- а) визначити список DMU, які будуть аналізуватися, переконатися в можливості існування їх порівняльної оцінки;
- б) визначити список вхідних та вихідних критеріїв, які повинні враховуватися в оцінці ефективності функціонування підприємства;
- в) побудувати МПП для ієрархій критеріїв входів та виходів на основі експертних оцінок;
- г) визначити узгодженість експертних оцінок, автоматично відкоригувати неузгоджені МПП без повторного залучення експертів;
- д) врахувати локальні ваги кожного рівня ієрархії критеріїв з побудованих МПП;

- е) визначити глобальні ваги критеріїв відносно входів та виходів методом MAI;
- ж) побудувати для кожного DMU задачу лінійного програмування, враховуючи отримані ваги;
- з) отримані функції визначити як оцінки ефективності, використати знайдені значення для ранжування DMU.

Висновки до розділу 3

1. Розглянуто базові моделі задачі оцінки ефективності підприємства.
2. Розроблено модифікований алгоритм розв'язку задачі оцінки ефективності підприємства.
3. Описано алгоритм розв'язку модифікованого методу.

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

4.1 Розробка архітектури інформаційно-аналітичної системи

Для реалізації програмного модуля оцінки ефективності підприємства обрано платформу bpm'online. З точки зору інфраструктури серверів система bpm'online побудована у вигляді триланкового архітектурного рішення з певними модифікаціями. На рис. 4.1 схематично представлена інфраструктура платформи.

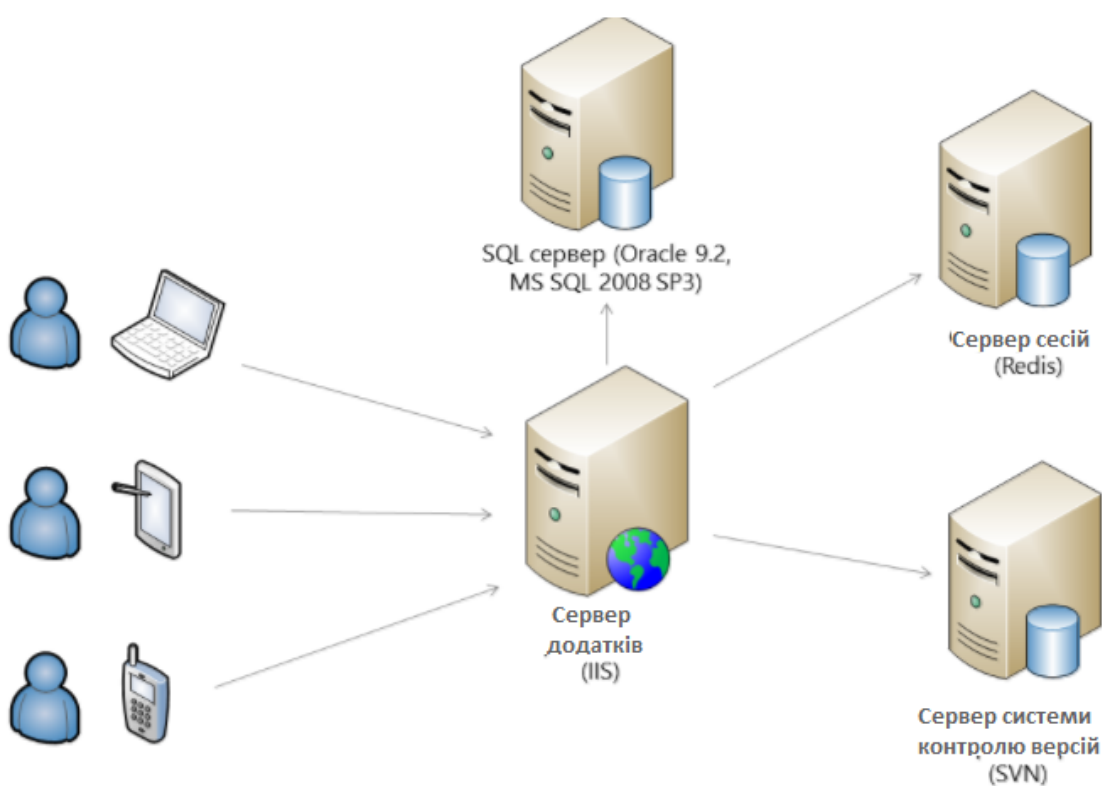


Рисунок 4.1 – Інфраструктура платформи

У центрі архітектури знаходиться сервер додатків, який працює під управлінням Internet Information Services (IIS) версії 7.0 і вище. На сервері додатків розгорнуто 2 веб-додатки.

Друга ланка архітектури - класичний сервер баз даних. В якості СУБД може використовуватися MS SQL Server 2008 SP3 і вище.

У базі даних зберігаються дані, необхідні користувачеві, а також дані, необхідні для роботи самої системи. Крім того, в базі даних зберігаються всі конфігураційні налаштування, що визначають функціональність того чи іншого продукту.

Клієнтські робочі місця можуть знаходитися на будь-якому з доступних пристроїв: персональні комп'ютери; планшетні ПК; мобільні пристрої.

Всі запити до сервера від клієнта виконуються за допомогою веб-браузера. Система підтримує роботу з браузерами: Internet Explorer 11.0+, FireFox (остання версія), Chrome (остання версія), Safari.

У bpm'online, крім цих трьох основних компонентів триланкової архітектури, присутні ще два компоненти: сервер для зберігання сесій (СУБД Redis); сервер системи контролю версій.

4.2 Опис базових інструментів

Базовими інструментами для реалізації даного модуля визначено бібліотеку Microsoft.SolverFoundation для оптимізації розв'язку задач лінійного програмування. В якості методу розв'язку задач лінійного програмування використано функцію SimplexDirective.

Також базовими інструментами в реалізації програмного модуля на базі платформи bpm'online є бібліотеки Terrasoft.Core та Terrasoft.Configuration, що дозволили використання базового функціоналу та інтерфейсу системи, а також можливість швидкого переносу розробок на будь-який клієнтський продукт.

4.3 Розв'язання модельної задачі

Розглянемо модельну задачу, в якій оцінимо 8 DMU за двома входами та двома виходами, опишемо вхідні дані в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Вхідні дані модельної задачі

DMU	INPUTS		OUTPUTS	
	X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂
1	240	128	2	0
2	325	106	0	59
3	140	101	27	26
4	363	500	0	75
5	55	256	77	66
6	445	246	12	14
7	652	79	-3	14
8	390	341	20	23

Побудуємо МПП для критеріїв для двох модифікованих методів: описано в роботі [11] та розробленого в даній роботі. Далі наведено ваги, отримані з кожної МПП. Для порівняння методів побудуємо також МПП для існуючого модифікованого методу.

Для існуючого модифікованого методу з урахуванням локальних та глобальних ваг альтернатив:

Локальні ваги критеріїв відносно цілі:

$$W^C = \{0.4; 0.25; 0.05; 0.3\} \quad (4.1)$$

Локальні ваги альтернатив відносно критеріїв E^x та глобальні ваги альтернатив Φ для існуючого модифікованого методу представимо в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Локальні та глобальні ваги альтернатив

DMU	E^{x1}	E^{x2}	E^{y1}	E^{y2}	Φ
1	0.10	0.30	0.15	0.25	0.1975
2	0.15	0.02	0.15	0.10	0.1025
3	0.10	0.08	0.10	0.15	0.11
4	0.05	0.17	0.02	0.10	0.0935
5	0.02	0.23	0.05	0.15	0.113
6	0.07	0.10	0.08	0.10	0.087
7	0.11	0.05	0.20	0.07	0.0875
8	0.40	0.05	0.25	0.08	0.209

Ваги критеріїв відносно входів та виходів нового методу наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 - Ваги критеріїв відносно входів та виходів

DMU	E^{x1}	E^{x2}	E^{y1}	E^{y2}
General	0.54	0.46	0.18	0.82
1	0.40	0.60	0.30	0.70
2	0.90	0.10	0.30	0.70
3	0.84	0.16	0.20	0.80
4	0.66	0.34	0.04	0.96
5	0.24	0.76	0.15	0.75
6	0.47	0.53	0.19	0.81
7	0.22	0.78	0.10	0.90
8	0.35	0.65	0.55	0.45

Результати роботи програми для виконання методів DEA, методу роботи [11] (Modif 1) та запропонованого методу без урахування ваг кожного DMU (Modif 2) та з урахуванням ваг кожного DMU (Modif 3) представлені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Результати роботи програми

DMU	CCR	BCC I	BCC O	Modif 1	Modif 2	Modif 3	Min	Max
1	0,05	0,77	0,06	0,05	0,23	0,21	0,05	0,77
2	1	1	1	0,89	0,82	0,81	0,81	1
3	0,94	1	1	0,96	0,9	0,89	0,89	1
4	0,48	1	1	0,53	0,48	0,47	0,47	1
5	1	1	1	1	0,91	0,9	0,9	1
6	0,19	0,4	0,21	0,15	0,56	0,56	0,15	0,56
7	0,32	1	1	0,15	0,24	0,23	0,15	1
8	0,23	0,34	0,34	0,24	0,61	0,59	0,23	0,61

З таблиці можна зробити висновок, що всі методи працюють однаково при пошуку найефективнішого DMU, та майже однаково для найменш ефективного DMU (відрізняються ВСС І). Для інших DMU сталого значення або порядку немає, оцінка залежить від методу, яким її знаходимо. З наведених результатів помітно, що стандартних методів DEA недостатньо для повноцінного та детального ранжування DMU. Для реальних даних виникають ситуації, коли стандартні методи дають зовсім однакові результати для всіх DMU. Також частіше за все критерії мають складку ієрархічну структуру, для якої необхідним являється застосування методу МАІ до розрахувати ваг впливу кожного з критеріїв. Так, при порівнянні методу в роботі [11] та розробленого методу можна помітити, що навіть урахування ваг не завжди допомагає деталізувати ранжування, що помітно для 6 та 7 DMU. Тому застосування методу являється необхідним для таких задач.

4.4 Застосування інформаційно-аналітичної системи до розв'язку прикладної задачі

У даній роботі розроблено програмний модуль для оцінки ефективності функціонування підприємства. Мова програмування - С# для програмування математичних методів, JavaScript для реалізації зручного інтерфейсу користувача.

Основні процеси програми є:

1. Визначення DMU, вхідних та вихідних критеріїв.
2. Введення вхідних даних для розрахунку оцінки ефективності.
3. Визначення ваг критеріїв відносно альтернатив.
4. Розрахунок оцінки ефективності та аналітичне відображення отриманих результатів.

В якості прикладної задачі обрано мережі готелей Франції, для якої визначено підгрупи DMU відповідно до конкретної мережі, в яких існують свої експертні оцінки ваг критеріїв. Для такої задачі застосування стандартних методів

DEA не дає можливості проранжувати готелі по їх ефективності. А також, зазначені критерії входів та виходів мають ієрархічну структуру, що свідчить про необхідність застосування модифікованого методу до розрахунку оцінки ефективності.

Опишемо детальніше кожен етап процесу та результат його виконання.

В якості DMU взято готелі-франшизи у Франції. Вхідними критеріями для порівняння визначено:

- вартість номеру (Cost);
- територія (Cover);
- тривалість існування мережі(Durat);
- відсоток керуючого персоналу(Manag).

Вихідними критеріями для порівняння визначено:

- наповненість номерів(Full);
- кількість продажів(Sales);
- рейтинг(Rate).

Вхідні дані описані в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 - Вхідні дані готелей-франшиз Франції.

№	Name	Cost	Cover	Durat	Manag	Full	Sales	Rate
1	Campanile	16113	0.92	22	80	88	2800	4.5
2	Ibis	4011	0.89	24	75	92	2723	4.2
3	Formule 1	36640	0.87	25	60	75	2326	3.8
4	Mercure	18883	0.89	13	25	80	827	4.9
5	Climat	0	0.88	14	10	90	820	4.0
6	Premiere classe	1755	0.88	8	15	59	382	3.2
7	Etap	6445	0.81	7	10	62	299	3.6
8	Balladins	0	0.81	12	15	73	290	3.7
9	CI Primevere	648	0.83	11	30	75	242	4.1
10	Clarine	132	0.77	3	45	79	150	4.6
11	B&B	0	0.49	5	40	71	140	3.8
12	Nuit	2816	0.54	6	55	76	140	4.1
13	Comfort Inn	4940	0.77	8	65	71	140	4.3
14	Akena	0	0.79	4	50	63	113	3.9
15	Quality Inn	1308	0.54	6	70	87	88	4.6
16	Bleu Marine	995	0.44	6	75	93	40	4.0

Ієрархічна структура вхідних даних представлена на рис.4.2.

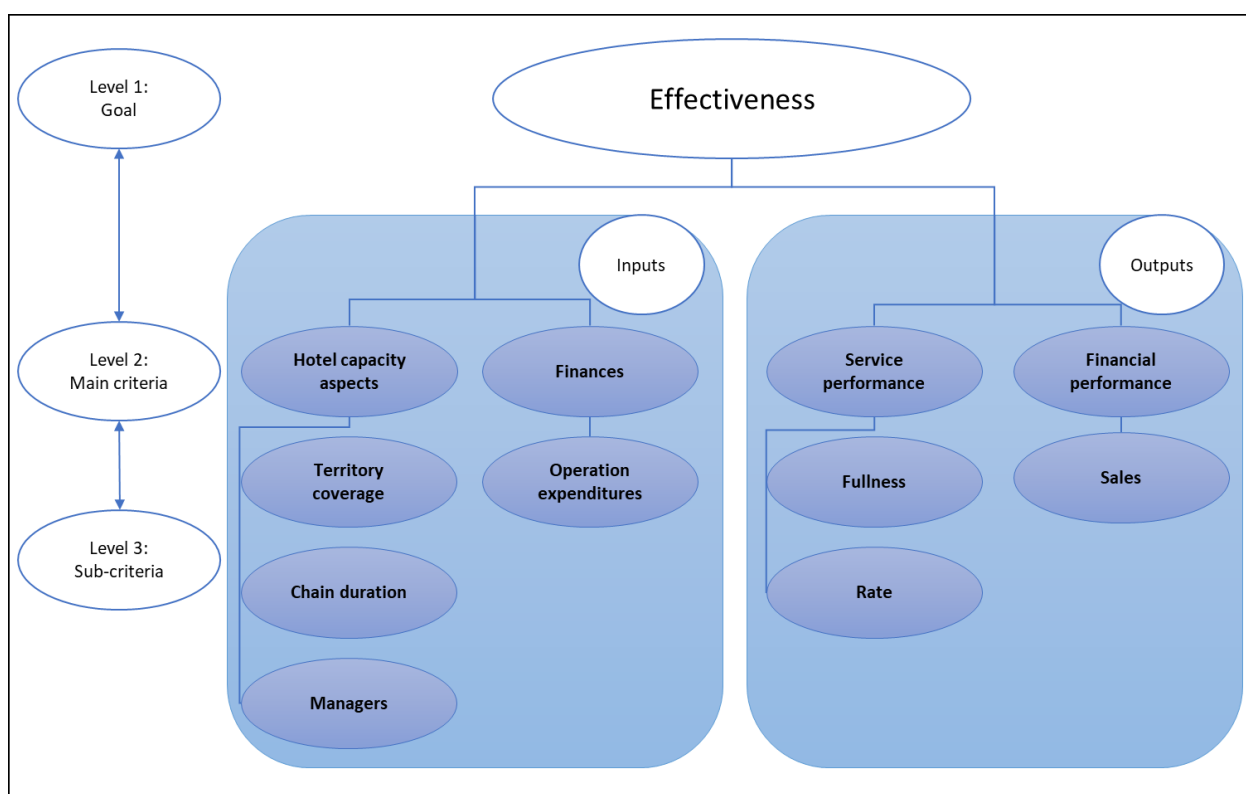


Рисунок 4.2 – Ієрархічна структура вхідних даних

В результаті експертних оцінок отримано загальні ваги, тобто без урахування DMU, які представлені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Ваги критеріїв оцінки.

	Level 2	Local weight	Level 3	Local weight	Weight with respect to category
Input	Hotel capacity aspects	0.3759	Territory coverage	0.2516	0.0946
			Chain duration	0.1424	0.0535
			Managers	0.606	0.2278
	Finances	0.6241	Operation expenditures	1	0.6241
Output	Service performance	0.5005	Fullness	0.5206	0.2605
			Rate	0.4794	0.24
	Financial performance	0.4995	Sales	1	0.4995

Для розрахунку ваг критеріїв відповідно для DMU побудуємо МПП на основі експертних оцінок для груп готелів з однаковими стратегіями та цілями відповідно прямої приналежності готелів до готельної групи. Наприклад, готелі «Campanile», «Premiere classe», «Clarine» та «Bleu Marine» входять до групи готелів «Envergure». Кожній групі визначено основні стратегії та цілі розвитку на зазначений рік. На

основі експертної оцінки побудуємо узгоджені МПП для кожної з груп та розрахуємо відповідні локальні та глобальні ваги критеріїв відносно входів та виходів. Результати глобальних ваг для кожної групи наведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.7 - Ваги критеріїв відносно груп альтернатив

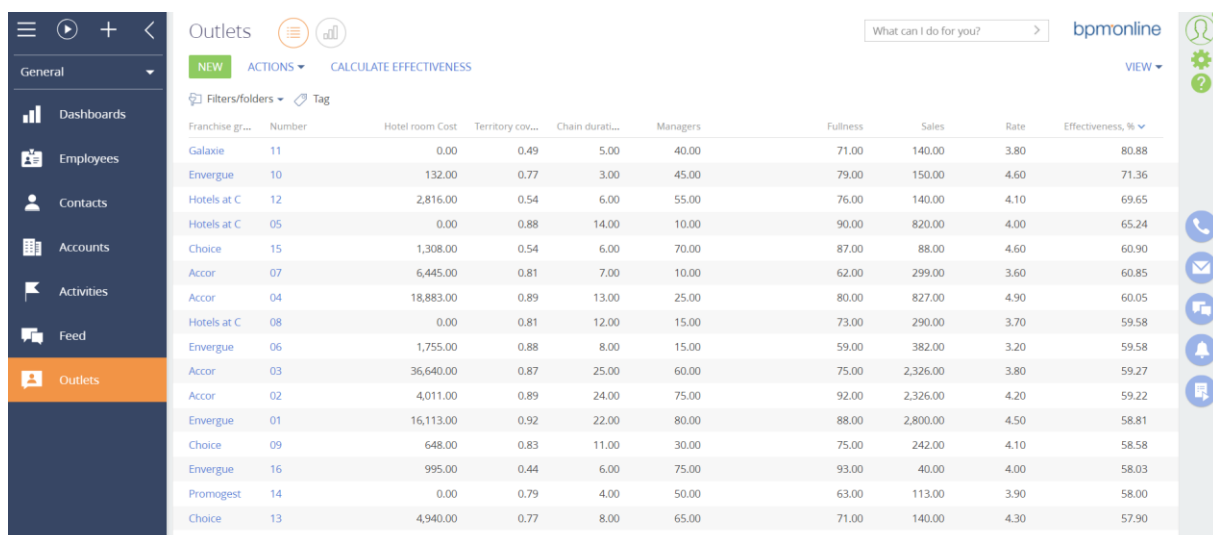
Name	Envergue	Accor	Hotels at C	Choice	Galaxie	Promogest
Hotels	1,6,10,16	2,3,4,7	5,8,12	9,13,15	11	14
Cost	0.398	0.299	0.021	0.24	0.02	0.018
Cover	0.301	0.21	0.364	0.265	0.358	0.443
Durat	0.183	0.406	0.319	0.274	0.342	0.219
Manag	0.118	0.085	0.296	0.221	0.28	0.32
Full	0.398	0.697	0.356	0.342	0.258	0.384
Sales	0.503	0.242	0.303	0.342	0.305	0.14
Rate	0.099	0.061	0.341	0.316	0.437	0.476

Для заданих вхідних даних отримали наступні оптимальні значення $\theta_{IDMU}^* = 15,93$ та $\varphi_{ADMU}^* = 0,03$. А відповідне ранжування оцінок ефективності готелів після застосування модифікованого в даній роботі методу представлено в табл. 4.7.

Таблиця 4.8 - Результати

№	Name	Effectiveness	Rank
1	Campanile	0.5881	12
2	Ibis	0.5922	11
3	Formule 1	0.5927	10
4	Mercure	0.6005	7
5	Climat	0.6524	4
6	Premiere classe	0.5958	9
7	Etap	0.6085	6
8	Balladins	0,5958	8
9	CI Primevere	0.5858	13
10	Clarine	0.7136	2
11	B&B	0.8088	1
12	Nuit	0.6965	3
13	Comfort Inn	0,579	16
14	Akena	0.58	15
15	Quality Inn	0.609	5
16	Bleu Marine	0.5803	14

Результати роботи програми відображено на рис. 4.3.



Franchise gr...	Number	Hotel room Cost	Territory cov...	Chain durati...	Managers	Fullness	Sales	Rate	Effectiveness, %
Galaxie	11	0.00	0.49	5.00	40.00	71.00	140.00	3.80	80.88
Envergue	10	132.00	0.77	3.00	45.00	79.00	150.00	4.60	71.36
Hotels at C	12	2,816.00	0.54	6.00	55.00	76.00	140.00	4.10	69.65
Hotels at C	05	0.00	0.88	14.00	10.00	90.00	820.00	4.00	65.24
Choice	15	1,308.00	0.54	6.00	70.00	87.00	88.00	4.60	60.90
Accor	07	6,445.00	0.81	7.00	10.00	62.00	299.00	3.60	60.85
Accor	04	18,883.00	0.89	13.00	25.00	80.00	827.00	4.90	60.05
Hotels at C	08	0.00	0.81	12.00	15.00	73.00	290.00	3.70	59.58
Envergue	06	1,755.00	0.88	8.00	15.00	59.00	382.00	3.20	59.58
Accor	03	36,640.00	0.87	25.00	60.00	75.00	2,326.00	3.80	59.27
Accor	02	4,011.00	0.89	24.00	75.00	92.00	2,326.00	4.20	59.22
Envergue	01	16,113.00	0.92	22.00	80.00	88.00	2,800.00	4.50	58.81
Choice	09	648.00	0.83	11.00	30.00	75.00	242.00	4.10	58.58
Envergue	16	995.00	0.44	6.00	75.00	93.00	40.00	4.00	58.03
Promogest	14	0.00	0.79	4.00	50.00	63.00	113.00	3.90	58.00
Choice	13	4,940.00	0.77	8.00	65.00	71.00	140.00	4.30	57.90

Рисунок 4.3 – Результати роботи програми

З результатів можна помітити, що всі DMU можна прорахувати відповідно до їх оцінки ефективності, врахувавши структуру ієрархії критеріїв та ваги кожного з них.

Також для користувача реалізовано візуальне відображення результатів у вигляді спадаючої діаграми, представленої на рис. 4.4.



Рисунок 4.4 – Візуальне відображення результатів

Висновки до розділу 4

1. Показано архітектуру платформи та програмного модуля.
2. Визначено необхідні умови та параметри для отримання необхідних результатів.
3. Розроблено програму для візуального представлення результатів.
4. Проведено порівняльний аналіз застосування різних методів на модельній задачі
5. Показано застосування розробленого методу для практичної задачі.

РОЗДІЛ 5 СТАРТАП-ПРОЕКТ

5.1 Опис ідеї проекту

Опис ідеї проекту відображено в табл. 5.1 – 5.2

Таблиця 5.1 - Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Реалізація методу оцінки ефективності підприємства в звичному для користувача середовищі з можливістю майбутнього прийняття рішення без залучення аналітика	1. Визначення найбільш ефективних філіалів компанії	Розподіл фінансування філіалів для отримання максимального прибутку
	2. Прийняття рішення про сегментацію франшизи для франчайзера	Ефективне розширення зон франчайзингу
	3. Вибір групи ефективних підприємств для інвестора	Отримання максимального прибутку від інвестиційної діяльності та мінімізація інвестиційних ризиків

Таблиця 5.2 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/ концепції конкурентів				W	N	S
		Мій проект	Frontier Analyst	DEA Solver	DEAFrontier Software			
1.	Використання модифікованих методів	є	немає	немає	немає			+
2.	Реалізація як окремого пакету	є	немає	є	немає		+	
3.	Гнучкість до застосування в різних галузях	висока	висока	середня	низька			+
4.	Простота в збереженні даних	висока	середня	середня	низька			+
5.	Захист інформації	високий	високий	низький	середній			+
6.	Ціна	середня	висока	висока	середня		+	

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Опис технологічного аудиту проекту відображено в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Створення пакету ПП на основі існуючої платформи	Розробка методів як окремого пакету з можливістю використання на базі існуючої системи	Так	Так
2.	Збереження та обробка великих масивів даних	MsSQL, Oracle	Так	Так
3.	Реалізація методів аналізу даних	Бібліотеки C#	Так	Так
4.	Дотримання UI/UX вимог	Використання існуючих методик	Так	Так
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: розробка методів як окремого пакету з можливістю сумісного використання на базі існуючої системи, яка може функціонувати з MsSQL, Oracle, використовуючи бібліотеки C# та UI/UX вимог				

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту відображено в табл. 5.4-5.12.

Таблиця 5.4 - Попередня характеристика ринку стартап-проекту

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1.	Кількість головних гравців, од	3
2.	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	15 000
3.	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4.	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	великі об'єми даних, їх неструктурованість та неповнота

Таблиця 5.5 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Вимоги споживачів до товару
Робота з великими об'ємами даних, використання сучасних методів для отримання оцінки ефективності функціонування підприємства	Власники та інвестори середнього та великого бізнесу з високим рівнем доходу	Дотримання UI/UX вимог, висока швидкість обробки великих об'ємів інформації, точність висновків та прогнозів, можливість швидкого налаштування системи під конкретну сферу застосування

Таблиця 5.6 - Фактори загроз

Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
Конкуренція	Швидкий темп розвитку сфери аналізу даних та методів прийняття рішень сприяє представленню нових покращених продуктів на ринку	Постійна розробка рішень на основі нових технологій та методів

Таблиця 5.7 - Фактори можливостей

Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
Конкуренція	Освоєння нових технологій та методів, залучення експертів, розширення сфер застосування	Співробітництво з сучасними компаніями-експертами в галузі обробки даних

Таблиця 5.8 - Ступеневий аналіз конкуренції ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - олігополія	В галузі домінує невелика кількість конкуруючих фірм, при цьому лише дві з них виробляють значну долю продуктів даної галузі	Пропозиція продукту, що значною мірою відрізнятиметься від вже існуючих на ринку
2. За рівнем конкурентної боротьби - світовий	Конкуренти діють на світовому рівні	Ведучи конкуренцію на світовому рівні, компанії необхідно прикласти зусилля для охоплення всього потенційного ринку
3. За галузевою ознакою - міжгалузева	Має місце суперництво за найкращі умови одержання та використання ресурсів та капіталу	Зосередження зусиль на пошуку конкурентних переваг для різних галузей
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-видова	Конкуренція між товарами одного виду – різні базові інструменти обробки та аналізу даних виконують приблизно одні й ті ж підходи	Використання нецінових методів конкурентної боротьби на ринку
5. За характером конкурентних переваг - нецінова	Вдосконалення якості продукту, якості отриманих результатів, інновацій та найновітніших технологій	Пропозиція продукту, що відрізнятиметься від вже існуючих на ринку
6. За інтенсивністю - не марочна	Торгова марка не відіграє основної ролі	Немає необхідності вкладати кошти у створення та розкрутку бренду

Таблиця 5.9 - Аналіз конкуренції в галузі за М.Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Frontier Analyst, DEA Solver, DEA Frontier Software	Бар'єри входу на ринок є порівняно незначними, обов'язковою є сертифікація продукту	- Ціна на ресурси - Готовність до співпраці - Якість ресурсів	- Вплив споживачі в на ринкову ціну	Поява відносно дешевих або більш зручних у використанні замінників
Висновки:	З боку прямих конкурентів немає сильної загрози, адже вони не мають такої реалізації обробки даних	Є можливості виходу на ринок в найближчі строки потенційного конкуренту Microsoft	Постачальники контролюють ціни на ресурси та їх якість, а саме програмного забезпечення та серверу	Попит залежить від купівельної спроможності споживачів	Не виявлено

Таблиця 5.10 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Частка ринку	Частка ринку визначає ринкові можливості виробника та інтенсивність суперництва
2.	Інноваційність	Сучасні методи дають перевагу клієнту у виборі продукту
3.	Націленість на середній та великий бізнес	Орієнтація на компанії різних галузей
4.	Ціна	Справедливе співвідношення ціна-якість
5.	Темп розвитку методів	Швидкість розвитку зумовлює постійне вдосконалення продукту

Таблиця 5.11 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін методу оцінки ефективності функціонування підприємства на основі методів аналізу ієрархій та комплексного аналізу даних

№	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1.	Частка ринку	15			+				
2.	Інноваційність	15		+					
3.	Націленість на середній та великий бізнес	10					+		
4.	Ціна	10			+				
5.	Темп розвитку методів	15		+					

Таблиця 5.12 - SWOT – аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: частка ринку, інноваційність, ціна, темп розвитку методів	Слабкі сторони: темп розвитку методів
Можливості: впровадження сучасних методів	Загрози: поява сильних конкурентів

Таблиця 5.13 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Розвиток продукту на існуючому ринку	Висока	5 - 6 міс
2.	Розвиток нового ринку з існуючим продуктом	Низька	12 міс
3.	Впровадження нового продукту на новому ринку	Низька	24 міс

Обрано першу альтернативу, для якої ймовірність отримання ресурсів є вищою за інші альтернативи і строк реалізації відносно менший.

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії проекту відображено в табл. 5.14-5.17

Таблиця 5.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачі в сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
Власники середнього та великого бізнесу із середнім та високим рівнем доходу	Висока	Високий	Помірна	Середня
Інвестори середнього та великого бізнесу	Середня	Високий	Помірна	Середня
Власники малого бізнесу з низьким рівнем доходу	Низький	Помірний	Помірна	Низька
Обрано цільову групу: власники та інвестори середнього та великого бізнесу із середнім та високим рівнем доходу				

Таблиця 5.15 - Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Розвиток продукту на існуючому ринку	Ексклюзивний розподіл	Позиціонування за співвідношенням "ціна – якість", позиціонування на основі порівняння продукту з продуктами конкурентів	Стратегія диференціації

Таблиця 5.16 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
Ні	Обидва варіанти	Ні	Стратегія лідера

Таблиця 5.17 - Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувані комплексну позицію власного проекту (три ключових)
Дотримання вимог UI/UX	Стратегія диференціації	Специфічні особливості	Підлаштування під специфіку клієнта, простота використання, інноваційність методів

5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Розроблення маркетингової програми відображено в табл. 5.18-5.22.

Таблиця 5.18 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Робота з великими об'ємами даних	Висока швидкість роботи продукту, зручний інтерфейс	Більш інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс, короткий час навчання/адаптації до продукту
2	Надійність результатів	Врахування взаємозв'язків між факторами	Використання модифікованого методу аналізу даних

Таблиця 5.19 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Робота з великими об'ємами даних, надійність результатів аналізу та побудованих оцінок, підтримка у прийнятті рішень. Використання сучасних методів обробки та аналізу даних		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1.		
	2.		
	Якість: дотримання вимог UI/UX, надійність результатів		
	Марка: Оцінка ефективності функціонування підприємства		
III. Товар із підкріпленням	До продажу: тестовий період		
	Після продажу: допомога в інтеграції продукту на підприємстві; навчання для співробітників з приводу користування системою		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: система захисту доступу до реалізованих методів			

Таблиця 5.20 - Визначення меж встановлення ціни

№	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на продукт
1	-	400-1500\$	\$20 000+/-міс	500-1000\$

Таблиця 5.21 - Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Цільові клієнти можуть купити 1 одиницю товару (програмний продукт) для довгострокового користування.	Зберігання, інформування	0-1	Власні засоби збуту

Таблиця 5.22 - Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Цільові клієнти з великою ймовірністю вже користуються певними ПП для подібних цілей або мають таку потребу	Контент-маркетинг, прямий зв'язок з цільовими клієнтами	Позиція лідера	Привернути увагу клієнта, повідомити про ключові можливості	Презентація переваг

Висновки до розділу 5

1. Виявлено можливість ринкової комерціалізації проекту, що зумовлено наявним високим попитом, зростаючою динамікою ринку та значною рентабельністю по ринку.

2. Зазначено існування перспективи впровадження з огляду на широкий спектр потенційних груп клієнтів, порівняно незначні бар'єри входження, малу існуючу конкуренцію та достатню кількість факторів, що визначають конкурентоспроможність проекту.

3. Обрано розвиток продукту на існуючому ринку як альтернативу впровадження для ринкової реалізації проекту.

4. Обґрунтовано доцільність подальшої імплементації проекту.

ВИСНОВКИ

В даній роботі було розглянуто існуючі модифікації DEA/АНР та розроблено нову модифікацію. Для модельної задачі було проведено порівняльний аналіз результатів, отриманих різними методами, для обґрунтування необхідності реалізації та використання іншої модифікації. Для практичної задачі, в якості якої було використано дані готелей Франції, застосовано розроблену модифікацію.

Проаналізувавши отримані результати, можна зробити висновок по даній задачі, що для деяких DMU існуючі методи дають однакові чи близькі результати, тому застосування розробленої в даній роботі модифікації являється необхідних, так як дає можливість порівнювати між собою по ефективності навіть ті DMU, для яких зазначені вище методи дають однакові результати. Також однією з головних особливостей такої модифікації є врахування складної ієрархії критеріїв впливу на оцінку ефективності без залучення експертної оцінки ефективності обраних DMU щодо головної цілі – ефективності.

В умовах ринкової економіки на ефективність роботи підприємств впливають різні фактори, які класифікуються за певними ознаками. Тому визначення ефективності підприємств базуючись на вагомості впливів безліч факторів та їх структури є однією з головних задач прийняття рішення в веденні бізнесу. Застосування розробленого програмного модуля до вирішення подібних питань дозволить приймати рішень більш прозоро, а головне, на основі конкретних реальних даних, а не суб'єктивної думки. А ідея розробки програмного модуля на базі конкуруючої на сьогоднішній час по всьому світу платформи bpm'online дозволить клієнтам легко встановлювати та використовувати модуль без значних проектних впроваджень та не витриваючи час на міграцію даних чи розробку інтеграції.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Багриновский К. А. Современные методы управления технологическим развитием [Текст] / К. А. Багриновский, М. А. Бендилов, Е. Ю. Хрусталева. – М.: РОССПЭН, 2001. – 272 с.
2. Выгон Г. В. Анализ связи технологической эффективности и рыночной капитализации компаний [Текст] / Г. В. Выгон, А. Б. Поманский // Экономика и математические методы. – 2000. – Т. 36, № 2. – С. 70–87.
3. Моргунов Е. П. Многомерная классификация сложных объектов на основе оценки их эффективности [Текст] / Е. П. Моргунов, О. Н. Моргунова // Вестник НИИ СУВПТ: сб. науч. тр. / Под общ. ред. проф. Н. В. Василенко. – Красноярск : НИИ СУВПТ, 2003. – Вып. 14. – С. 222–240.
4. Моргунов Е. П. Подходы к разработке программного обеспечения для решения задач в области Efficiency and Productivity Analysis [Текст] / Е. П. Моргунов, О. Н. Моргунова // Вестник НИИ СУВПТ: сб. науч. тр. / Под общ. ред. проф. Н. В. Василенко. – Красноярск : НИИ СУВПТ, 2003. – Вып. 11. – С. 136–139.
5. Моргунов Е. П. Формирование искусственной границы эффективности в методе Data Envelopment Analysis [Текст] / Е. П. Моргунов, О. Н. Моргунова // Вестник Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та им. академика М.Ф. Решетнева: сб. науч. тр. / Под общ. ред. проф. Г. П. Белякова. – Красноярск : СибГАУ, 2003. – С. 385–386.
6. Моргунова О.Н. Методы и алгоритмы исследования эффективности сложных иерархических систем / О.Н. Минцер – Красноярск : НИИ СУВПТ, 2006. – 153 с.
7. Панкратова Н.Д. Моделі і методи аналізу ієрархій: Теорія. / Панкратова Н.Д., Недашківська Н.І. // Застосування: Навчальний посібник з грифом МОНУ. – К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2010. – 371 с.

8. Пропой, А. И. Итеративный метод оценки систем по многим показателям [Текст] / А. И. Пропой // Динамика неоднородных систем. Выпуск 8 / Подред. чл.-корр. РАН Ю. С. Попкова. – М. : Едиториал УРСС, 2004. – С. 5–23.

9. Пузов Е. Н. Подходы к оценке и анализу эффективности бизнеса в рамках процессно ориентированного управления [Текст] / Е. Н. Пузов, С. Н. Яшин // Экономический анализ: теория и практика. - 2007. - N 16. - С. 8-16. - Библиогр.: с. 16 (7 назв.)

10. Ahmad, N. Effectiveness evaluation services for small to medium-sized manufacturing enterprise / Ahmad, N., & Qiu, R.. // IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, Shanghai, China, June 21–23 2006, pp. 1106–1112.

11. Banker, R. D. Hypothesis Tests Using Data Envelopment Analysis [Text] / R. D. Banker // The Journal of Productivity Analysis. – 1996. – Vol. 7. – P. 139–159.

12. Changhoon Shin. DEA/AHP Model for Measuring Restricted and Effective Efficiency with Expert's Knowledge / Changhoon Shin, Jaeyoung Song, Hyunchan Kim // Informs&Korms – 1140 – Department of Logistic Engineering, Korea Maritime University – Seoul 2000. – P. 102-105.

13. Charnes, A. Measuring the Efficiency of Decision Making Units / A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes // European Journal of Operational Research. – 1978. – No 192. – P. 115–223.

14. Cooper, W. W. Data Envelopment Analysis [Text] : A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software / W. W. Cooper, L. M. Seiford, K. Tone.– Boston : Kluwer Academic Publishers, 2000. – 318 p.

15. Data Envelopment Analysis [Text] : Theory, Methodology, and Application / A. Charnes, W. W. Cooper, A. Y. Lewin, L. M. Seiford. – Boston : Kluwer Academic Publishers, 1994. – 513 p.

16. Integrating DEA-oriented performance assessment and target setting using interactive MOLP methods / J.B. Yang, B.Y. Wang, D.L. Xu, T. Stewart // European Journal of Operations Researchs. – 2009. – No 195. – P. 205–222.

17. Saaty T.L. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary / Saaty T.L. // *European Journal of Operational Research*. – 2003. – Vol.145, No1. – P.85 – 91.
18. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 320 с.
19. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: Радио и связь, 1991. 224 с.
20. Недашковская Н.И. Сравнительный анализ методов парного экспертного оценивания альтернатив решений // *Системні дослідження та інформаційні технології*. – 2014. - №4. – С. 35 – 44.
21. Недашківська Н.І. Метод узгоджених парних порівнянь при оцінюванні альтернатив рішень за якісним критерієм // *Системні дослідження та інформаційні технології*. – 2013. - №4. – С.67 – 79.
22. N. Pankratova, N. Nedashkovskaya. The Method of Estimating the Consistency of Paired Comparisons // *International Journal «Information Technologies and Knowledge»*, vol.7, №4. - 2013. –P.347-361.
23. Недашковская Н.И. Метод M_Outflow поиска наиболее несогласованных элементов матрицы парных сравнений // *Системний аналіз та інформаційні технології: Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2015 (22 – 25 червня 2015 р., м. Київ)*. – К.: ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”, 2015. – С. 95. Режим доступу: <http://sait.kpi.ua/books/>.
24. Недашковская Н.И. Методы повышения согласованности матриц парных сравнений // *Сборник трудов Международной научной конференции им.Т.А.Таран «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2015 (20 – 22 мая 2015 г., Киев)*. – К.: «Просвіта», 2015. - С. 146 – 151.
25. Недашківська Н.І. Оцінювання чутливості розв’язку задачі прийняття рішень із застосуванням методу аналізу ієрархій // *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*. – 2006. - №2. – С.27 – 36.
26. Недашківська Н.І. Системи підтримки прийняття рішень: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальностей

«Системний аналіз і управління», «Соціальна інформатика». – К: ІВЦ
«Видавництво «Політехніка», 2010. – 100 с.

ДОДАТОК А ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ

Лістинг програмного продукту, створеного на базі платформи bpm'online

```

BpmOutlets

namespace Terrasoft.Configuration
{

using DataContract = Terrasoft.Nui.ServiceModel.DataContract;
using Newtonsoft.Json;
using Newtonsoft.Json.Linq;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Collections.ObjectModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Globalization;
using System.IO;
using Terrasoft.Common;
using Terrasoft.Common.Json;
using Terrasoft.Core;
using Terrasoft.Core.Configuration;
using Terrasoft.Core.DB;
using Terrasoft.Core.DcmProcess;
using Terrasoft.Core.Entities;
using Terrasoft.Core.Factories;
using Terrasoft.Core.Process;
using Terrasoft.Core.Process.Configuration;
using Terrasoft.UI.WebControls.Controls;
using Terrasoft.UI.WebControls.Utilities.Json.Converters;

#region Class: #SchemaNameMacros#Schema

/// <exclude/>
public class #SchemaNameMacros#Schema : Terrasoft.Configuration.BaseEntitySchema
{

#region Constructors: Public

public #SchemaNameMacros#Schema(EntitySchemaManager entitySchemaManager)
: base(entitySchemaManager) {
}

public #SchemaNameMacros#Schema(#SchemaNameMacros#Schema source, bool isShallowClone)
: base(source, isShallowClone) {
}

public #SchemaNameMacros#Schema(#SchemaNameMacros#Schema source)
: base(source) {
}

#endregion

#region Methods: Protected

protected override void InitializeProperties() {
base.InitializeProperties();
UID = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f");
RealUID = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f");
Name = "#SchemaNameMacros#";
ParentSchemaUID = new Guid("1bab9dcf-17d5-49f8-9536-8e0064f1dce0");
ExtendParent = false;
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb");
IsDBView = false;
}

}

```

```

UseDenyRecordRights = false;
}

protected override void InitializePrimaryDisplayColumn() {
base.InitializePrimaryDisplayColumn();
PrimaryDisplayColumn = CreateBpmNameColumn();
if (Columns.FindById(PrimaryDisplayColumn.UId) == null) {
Columns.Add(PrimaryDisplayColumn);
}
}

protected override void InitializeColumns() {
base.InitializeColumns();
if (Columns.FindById(new Guid("5db29c8e-83e1-405d-a605-285b02ddc669")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmCodeColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("38c3e98d-a8e8-4d85-96bc-a8e1b6ed3cca")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmOpeningDateColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("5b66386c-3663-4bbf-b11d-3020186a0a4f")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmClosingDateColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("6c0fe376-5207-4431-9893-7dbd7999e45f")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmPrimaryContactColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("2468f44a-ec59-421b-aba6-7e8bed0cab94")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmFranciseOwnershipColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("3de8aa5d-e931-47f8-ad63-9e956d202bc2")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmEffectivenessColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("9bf34ff7-a1b9-4e65-bf18-20cfdca4ed03")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmInput1Column());
}
if (Columns.FindById(new Guid("83ba8558-9b03-4a91-bc34-dfd38e081821")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmInput2Column());
}
if (Columns.FindById(new Guid("648ee56f-7665-420e-ad11-2c252679e064")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmInput3Column());
}
if (Columns.FindById(new Guid("b515e4b8-c86f-4f2f-a1b7-cb8352ea3d3e")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmInput4Column());
}
if (Columns.FindById(new Guid("577f86e8-ef9a-4377-8978-7f65fa690f40")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmInput5Column());
}
if (Columns.FindById(new Guid("f88e4e5b-7cc0-41b2-8e3d-34046c3dc536")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmOutput1Column());
}
if (Columns.FindById(new Guid("4a1ef4d8-9874-43c2-b579-08fdf092aa25")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmOutput2Column());
}
if (Columns.FindById(new Guid("e9653106-a46b-46c5-ae26-54528ff2698c")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmOutput3Column());
}
if (Columns.FindById(new Guid("1057a023-6df8-4bed-90c8-b7be52fa71d8")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmOutput4Column());
}
if (Columns.FindById(new Guid("5f2950be-a536-448b-b3ae-f88baf34272b")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmInput2WeightColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("dc29dc31-25ea-40c5-96e7-f6c0b548c130")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmInput1WeightColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("cf6bc93e-a7e4-4910-850b-41e40fb314c7")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmInput3WeightColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("4aab1703-cb90-4a03-b42c-8f75184d18f9")) == null) {
Columns.Add(CreateBpmInput4WeightColumn());
}
}

```



```

if (Columns.FindById(new Guid("b012dc17-618a-43e1-8abd-62aba521a8fb")) == null) {
    Columns.Add(CreateBpmInput5WeightColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("db4f7e97-194e-47d0-b55d-5a0b2cb44d2c")) == null) {
    Columns.Add(CreateBpmOutput5Column());
}
if (Columns.FindById(new Guid("56655531-cb37-46b3-b1cd-5a051416f45b")) == null) {
    Columns.Add(CreateBpmOutput1WeightColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("20904b39-b407-4750-94e0-f4fa5e1eadf4")) == null) {
    Columns.Add(CreateBpmOutput2WeightColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("0cf9ed0b-4482-482f-ac23-ea7c80ccb2bd")) == null) {
    Columns.Add(CreateBpmOutput4WeightColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("1be78c52-7bd5-41c4-9d2d-d9a82e0f3888")) == null) {
    Columns.Add(CreateBpmOutput3WeightColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("ae9a5d41-8545-4f4f-8b07-c08a2222b750")) == null) {
    Columns.Add(CreateBpmOutput5WeightColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("cf841afa-8807-49fa-ba52-6c402148d3e1")) == null) {
    Columns.Add(CreateBpmFranchiseGroupColumn());
}
if (Columns.FindById(new Guid("7a03c7ba-5fd5-4036-a92c-e4c09bdfef3c1")) == null) {
    Columns.Add(CreateBpmActualColumn());
}
}

protected override EntitySchemaColumn CreateIdColumn() {
    EntitySchemaColumn column = base.CreateIdColumn();
    column.UsageType = EntitySchemaColumnUsageType.General;
    column.ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f");
    return column;
}

protected override EntitySchemaColumn CreateCreatedOnColumn() {
    EntitySchemaColumn column = base.CreateCreatedOnColumn();
    column.UsageType = EntitySchemaColumnUsageType.General;
    column.ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f");
    return column;
}

protected override EntitySchemaColumn CreateCreatedByColumn() {
    EntitySchemaColumn column = base.CreateCreatedByColumn();
    column.UsageType = EntitySchemaColumnUsageType.General;
    column.ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f");
    return column;
}

protected override EntitySchemaColumn CreateModifiedOnColumn() {
    EntitySchemaColumn column = base.CreateModifiedOnColumn();
    column.UsageType = EntitySchemaColumnUsageType.General;
    column.ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f");
    return column;
}

protected override EntitySchemaColumn CreateModifiedByColumn() {
    EntitySchemaColumn column = base.CreateModifiedByColumn();
    column.UsageType = EntitySchemaColumnUsageType.General;
    column.ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f");
    return column;
}

protected override EntitySchemaColumn CreateProcessListenersColumn() {
    EntitySchemaColumn column = base.CreateProcessListenersColumn();
    column.UsageType = EntitySchemaColumnUsageType.General;
    column.ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f");
    return column;
}

```

```

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmNameColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Text")) {
    Uid = new Guid("bc7122e2-bed1-4a16-8bfd-8e2140643d04"),
    Name = @"BpmName",
    RequirementType = EntitySchemaColumnRequirementType.ApplicationLevel,
    IsValueCloneable = false,
    CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmCodeColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("ShortText")) {
    Uid = new Guid("5db29c8e-83e1-405d-a605-285b02ddc669"),
    Name = @"BpmCode",
    CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmOpeningDateColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Date")) {
    Uid = new Guid("38c3e98d-a8e8-4d85-96bc-a8e1b6ed3cca"),
    Name = @"BpmOpeningDate",
    CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmClosingDateColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Date")) {
    Uid = new Guid("5b66386c-3663-4bbf-b11d-3020186a0a4f"),
    Name = @"BpmClosingDate",
    CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmPrimaryContactColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Lookup")) {
    Uid = new Guid("6c0fe376-5207-4431-9893-7dbd7999e45f"),
    Name = @"BpmPrimaryContact",
    ReferenceSchemaUid = new Guid("16be3651-8fe2-4159-8dd0-a803d4683dd3"),
    IsIndexed = true,
    CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmFranciseOwnershipColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Lookup")) {
    Uid = new Guid("2468f44a-ec59-421b-aba6-7e8bed0cab94"),
    Name = @"BpmFranciseOwnership",
    ReferenceSchemaUid = new Guid("16be3651-8fe2-4159-8dd0-a803d4683dd3"),
    IsIndexed = true,
    CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmEffectivenessColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
    Uid = new Guid("3de8aa5d-e931-47f8-ad63-9e956d202bc2"),

```

```

Name = @"BpmEffectiveness",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmInput1Column() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("9bf34ff7-a1b9-4e65-bf18-20cfdca4ed03"),
Name = @"BpmInput1",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmInput2Column() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("83ba8558-9b03-4a91-bc34-dfd38e081821"),
Name = @"BpmInput2",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmInput3Column() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("648ee56f-7665-420e-ad11-2c252679e064"),
Name = @"BpmInput3",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmInput4Column() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("b515e4b8-c86f-4f2f-a1b7-cb8352ea3d3e"),
Name = @"BpmInput4",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmInput5Column() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("577f86e8-ef9a-4377-8978-7f65fa690f40"),
Name = @"BpmInput5",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmOutput1Column() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("f88e4e5b-7cc0-41b2-8e3d-34046c3dc536"),
Name = @"BpmOutput1",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmOutput2Column() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("4alef4d8-9874-43c2-b579-08fdf092aa25"),

```

```

Name = @"BpmOutput2",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmOutput3Column() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("e9653106-a46b-46c5-ae26-54528ff2698c"),
Name = @"BpmOutput3",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmOutput4Column() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("1057a023-6df8-4bed-90c8-b7be52fa71d8"),
Name = @"BpmOutput4",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmInput2WeightColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("5f2950be-a536-448b-b3ae-f88baf34272b"),
Name = @"BpmInput2Weight",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmInput1WeightColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("dc29dc31-25ea-40c5-96e7-f6c0b548c130"),
Name = @"BpmInput1Weight",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmInput3WeightColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("cf6bc93e-a7e4-4910-850b-41e40fb314c7"),
Name = @"BpmInput3Weight",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmInput4WeightColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("4aab1703-cb90-4a03-b42c-8f75184d18f9"),
Name = @"BpmInput4Weight",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmInput5WeightColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("b012dc17-618a-43e1-8abd-62aba521a8fb"),

```

```

Name = @"BpmInput5Weight",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmOutput5Column() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("db4f7e97-194e-47d0-b55d-5a0b2cb44d2c"),
Name = @"BpmOutput5",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmOutput1WeightColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("56655531-cb37-46b3-b1cd-5a051416f45b"),
Name = @"BpmOutput1Weight",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmOutput2WeightColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("20904b39-b407-4750-94e0-f4fa5eleadf4"),
Name = @"BpmOutput2Weight",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmOutput4WeightColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("0cf9ed0b-4482-482f-ac23-ea7c80ccb2bd"),
Name = @"BpmOutput4Weight",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmOutput3WeightColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("1be78c52-7bd5-41c4-9d2d-d9a82e0f3888"),
Name = @"BpmOutput3Weight",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmOutput5WeightColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Float2")) {
Uid = new Guid("ae9a5d41-8545-4f4f-8b07-c08a222b750"),
Name = @"BpmOutput5Weight",
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmFranchiseGroupColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Lookup")) {
Uid = new Guid("cf841afa-8807-49fa-ba52-6c402148d3e1"),

```

```

Name = @"BpmFranchiseGroup",
ReferenceSchemaUid = new Guid("25d7c1ab-1de0-4501-b402-02e0e5a72d6e"),
IsValueCloneable = false,
IsIndexed = true,
CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected virtual EntitySchemaColumn CreateBpmActualColumn() {
return new EntitySchemaColumn(this, DataValueTypeManager.GetInstanceByName("Boolean")) {
    UID = new Guid("7a03c7ba-5fd5-4036-a92c-e4c09bdfe3c1"),
    Name = @"BpmActual",
    IsValueCloneable = false,
    CreatedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    ModifiedInSchemaUid = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"),
    CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb")
};
}

protected override void InitializeMethods() {
base.InitializeMethods();
SetMethodsDefInheritance();
}

protected override void InitializeEventsProcessSchema() {
EventsProcessSchema = Create#SchemaNameMacros#EventsProcessSchema();
}

protected virtual ProcessSchema Create#SchemaNameMacros#EventsProcessSchema() {
var schema = new #SchemaNameMacros#EventsProcessSchema(ProcessSchemaManager, this);
schema.InitializePrimaryInfo();
return schema;
}

#endregion

#region Methods: Public

public override Entity CreateEntity(UserConnection userConnection) {
return new #SchemaNameMacros#(userConnection){Schema = this};
}

public override EmbeddedProcess CreateEventsProcess(UserConnection userConnnection) {
return
new #SchemaNameMacros#EventsProcess(userConnnection);
}

public override object Clone() {
return new #SchemaNameMacros#Schema(this);
}

public override EntitySchema CloneShallow() {
return new #SchemaNameMacros#Schema(this, true);
}

public override void GetParentRealUIDs(Collection<Guid> realUIDs) {
base.GetParentRealUIDs(realUIDs);
realUIDs.Add(new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f"));
}

#endregion

}

#endregion

#region Class: #SchemaNameMacros#

```

```

/// <summary>
/// Outlets.
/// </summary>
public class #SchemaNameMacros# : Terrasoft.Configuration.BaseEntity
{

#region Constructors: Public

public #SchemaNameMacros#(UserConnection userConnection)
: base(userConnection) {
SchemaName = "#SchemaNameMacros#";
}

public #SchemaNameMacros#(#SchemaNameMacros# source)
: base(source) {
}

#endregion

#region Properties: Public

/// <summary>
/// Name.
/// </summary>
public string BpmName {
get {
return GetTypedColumnValue<string>("BpmName");
}
set {
SetColumnValue("BpmName", value);
}
}

/// <summary>
/// Code.
/// </summary>
public string BpmCode {
get {
return GetTypedColumnValue<string>("BpmCode");
}
set {
SetColumnValue("BpmCode", value);
}
}

/// <summary>
/// Opening date.
/// </summary>
public DateTime BpmOpeningDate {
get {
return GetTypedColumnValue<DateTime>("BpmOpeningDate");
}
set {
SetColumnValue("BpmOpeningDate", value);
}
}

/// <summary>
/// Closing date.
/// </summary>
public DateTime BpmClosingDate {
get {
return GetTypedColumnValue<DateTime>("BpmClosingDate");
}
set {
SetColumnValue("BpmClosingDate", value);
}
}

/// <exclude/>

```

```

public Guid BpmPrimaryContactId {
    get {
        return GetTypedColumnValue<Guid>("BpmPrimaryContactId");
    }
    set {
        SetColumnValue("BpmPrimaryContactId", value);
        _bpmPrimaryContact = null;
    }
}

/// <exclude/>
public string BpmPrimaryContactName {
    get {
        return GetTypedColumnValue<string>("BpmPrimaryContactName");
    }
    set {
        SetColumnValue("BpmPrimaryContactName", value);
        if (_bpmPrimaryContact != null) {
            _bpmPrimaryContact.Name = value;
        }
    }
}

private Contact _bpmPrimaryContact;
/// <summary>
/// Primary contact.
/// </summary>
public Contact BpmPrimaryContact {
    get {
        return _bpmPrimaryContact ??
        (_bpmPrimaryContact = LookupColumnEntities.GetEntity("BpmPrimaryContact") as Contact);
    }
}

/// <exclude/>
public Guid BpmFranchiseOwnershipId {
    get {
        return GetTypedColumnValue<Guid>("BpmFranchiseOwnershipId");
    }
    set {
        SetColumnValue("BpmFranchiseOwnershipId", value);
        _bpmFranchiseOwnership = null;
    }
}

/// <exclude/>
public string BpmFranchiseOwnershipName {
    get {
        return GetTypedColumnValue<string>("BpmFranchiseOwnershipName");
    }
    set {
        SetColumnValue("BpmFranchiseOwnershipName", value);
        if (_bpmFranchiseOwnership != null) {
            _bpmFranchiseOwnership.Name = value;
        }
    }
}

private Contact _bpmFranchiseOwnership;
/// <summary>
/// Franchise ownership.
/// </summary>
public Contact BpmFranchiseOwnership {
    get {
        return _bpmFranchiseOwnership ??
        (_bpmFranchiseOwnership = LookupColumnEntities.GetEntity("BpmFranchiseOwnership") as
        Contact);
    }
}

```



```

/// <summary>
/// Effectiveness.
/// </summary>
public Decimal BpmEffectiveness {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmEffectiveness");
}
set {
SetColumnValue("BpmEffectiveness", value);
}
}

/// <summary>
/// Hotel room Cost.
/// </summary>
public Decimal BpmInput1 {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmInput1");
}
set {
SetColumnValue("BpmInput1", value);
}
}

/// <summary>
/// Territory coverage.
/// </summary>
public Decimal BpmInput2 {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmInput2");
}
set {
SetColumnValue("BpmInput2", value);
}
}

/// <summary>
/// Chain duration.
/// </summary>
public Decimal BpmInput3 {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmInput3");
}
set {
SetColumnValue("BpmInput3", value);
}
}

/// <summary>
/// Managers.
/// </summary>
public Decimal BpmInput4 {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmInput4");
}
set {
SetColumnValue("BpmInput4", value);
}
}

/// <summary>
/// Pollution.
/// </summary>
public Decimal BpmInput5 {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmInput5");
}
set {
SetColumnValue("BpmInput5", value);
}
}

```

```

}

/// <summary>
/// Fullness.
/// </summary>
public Decimal BpmOutput1 {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmOutput1");
}
set {
SetColumnValue("BpmOutput1", value);
}
}

/// <summary>
/// Sales.
/// </summary>
public Decimal BpmOutput2 {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmOutput2");
}
set {
SetColumnValue("BpmOutput2", value);
}
}

/// <summary>
/// Rate.
/// </summary>
public Decimal BpmOutput3 {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmOutput3");
}
set {
SetColumnValue("BpmOutput3", value);
}
}

/// <summary>
/// Output4.
/// </summary>
public Decimal BpmOutput4 {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmOutput4");
}
set {
SetColumnValue("BpmOutput4", value);
}
}

/// <summary>
/// Territory coverage weight.
/// </summary>
public Decimal BpmInput2Weight {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmInput2Weight");
}
set {
SetColumnValue("BpmInput2Weight", value);
}
}

/// <summary>
/// Hotel room cost weight.
/// </summary>
public Decimal BpmInput1Weight {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmInput1Weight");
}
set {

```

```

SetColumnValue("BpmInput1Weight", value);
}
}

/// <summary>
/// Chain duration weight.
/// </summary>
public Decimal BpmInput3Weight {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmInput3Weight");
}
set {
SetColumnValue("BpmInput3Weight", value);
}
}

/// <summary>
/// Managers weight.
/// </summary>
public Decimal BpmInput4Weight {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmInput4Weight");
}
set {
SetColumnValue("BpmInput4Weight", value);
}
}

/// <summary>
/// Pollution weight.
/// </summary>
public Decimal BpmInput5Weight {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmInput5Weight");
}
set {
SetColumnValue("BpmInput5Weight", value);
}
}

/// <summary>
/// Output5.
/// </summary>
public Decimal BpmOutput5 {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmOutput5");
}
set {
SetColumnValue("BpmOutput5", value);
}
}

/// <summary>
/// Fullness weight.
/// </summary>
public Decimal BpmOutput1Weight {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmOutput1Weight");
}
set {
SetColumnValue("BpmOutput1Weight", value);
}
}

/// <summary>
/// Sales weight.
/// </summary>
public Decimal BpmOutput2Weight {
get {
return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmOutput2Weight");
}
}

```

```

    }
    set {
        SetColumnValue("BpmOutput2Weight", value);
    }
}

/// <summary>
/// Output4 weight.
/// </summary>
public Decimal BpmOutput4Weight {
    get {
        return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmOutput4Weight");
    }
    set {
        SetColumnValue("BpmOutput4Weight", value);
    }
}

/// <summary>
/// Rate weight.
/// </summary>
public Decimal BpmOutput3Weight {
    get {
        return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmOutput3Weight");
    }
    set {
        SetColumnValue("BpmOutput3Weight", value);
    }
}

/// <summary>
/// Output5 weight.
/// </summary>
public Decimal BpmOutput5Weight {
    get {
        return GetTypedColumnValue<Decimal>("BpmOutput5Weight");
    }
    set {
        SetColumnValue("BpmOutput5Weight", value);
    }
}

/// <exclude/>
public Guid BpmFranchiseGroupId {
    get {
        return GetTypedColumnValue<Guid>("BpmFranchiseGroupId");
    }
    set {
        SetColumnValue("BpmFranchiseGroupId", value);
        _bpmFranchiseGroup = null;
    }
}

/// <exclude/>
public string BpmFranchiseGroupName {
    get {
        return GetTypedColumnValue<string>("BpmFranchiseGroupName");
    }
    set {
        SetColumnValue("BpmFranchiseGroupName", value);
        if (_bpmFranchiseGroup != null) {
            _bpmFranchiseGroup.Name = value;
        }
    }
}

private Account _bpmFranchiseGroup;
/// <summary>
/// Franchise group.
/// </summary>

```

```

public Account BpmFranchiseGroup {
    get {
        return _bpmFranchiseGroup ??
        (_bpmFranchiseGroup = LookupColumnEntities.GetEntity("BpmFranchiseGroup") as Account);
    }
}

/// <summary>
/// Actual in assessment.
/// </summary>
public bool BpmActual {
    get {
        return GetTypedColumnValue<bool>("BpmActual");
    }
    set {
        SetColumnValue("BpmActual", value);
    }
}

#endregion

#region Methods: Protected

protected override Process InitializeEmbeddedProcess() {
    var process = new #SchemaNameMacros#EventsProcess(UserConnection);
    process.Entity = this;
    return process;
}

#endregion

#region Methods: Protected

protected override void InitializeThrowEvents() {
    base.InitializeThrowEvents();
}

#endregion

#region Methods: Public

public override object Clone() {
    return new #SchemaNameMacros#(this);
}

#endregion

}

#endregion

#region Class: #SchemaNameMacros#EventsProcess

/// <exclude/>
public class #SchemaNameMacros#EventsProcess<TEntity> :
Terrasoft.Configuration.#ParentSchemaNameMacros#EventsProcess<TEntity> where TEntity :
#SchemaNameMacros#
{

    public #SchemaNameMacros#EventsProcess(UserConnection userConnection)
    : base(userConnection) {
        InitializeMetaPathParameterValues();
        UId = Guid.NewGuid();
        Name = "#SchemaNameMacros#EventsProcess";
        SchemaUId = new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f");
        SchemaManagerName = "EntitySchemaManager";
        SerializeToDB = false;
        IsLogging = false;
        InitializeFlowElements();
    }
}

```

```

#region Properties: Private

private Guid InternalSchemaUid {
get {
return new Guid("99087d4f-f5a3-4f5f-a282-ba388b8c194f");
}
}

#endregion

#region Properties: Public

public override string InstanceUid {
get {
return Entity.InstanceUid.ToString();
}
}

#endregion

#region Methods: Private

private void InitializeFlowElements() {
}

private void OnExecuted(object sender, ProcessActivityAfterEventArgs e) {
ProcessQueue(e.Context);
}

#endregion

#region Methods: Protected

protected override void PrepareStart(ProcessExecutingContext context) {
base.PrepareStart(context);
context.Process = this;
}

protected override bool ProcessQueue(ProcessExecutingContext context) {
bool result = base.ProcessQueue(context);
if (context.QueueTasks.Count == 0) {
return result;
}
switch (context.QueueTasks.Peek()) {
}
if (!result && context.QueueTasks.Count > 0) {
ProcessQueue(context);
}
return result;
}

protected override void CompleteApplyingFlowElementsPropertiesData() {
base.CompleteApplyingFlowElementsPropertiesData();
foreach (var item in FlowElements) {
foreach (var itemValue in item.Value) {
if (Guid.Equals(itemValue.CreatedInSchemaUid, InternalSchemaUid)) {
itemValue.ExecutedEventHandler = OnExecuted;
}
}
}
}

#endregion

#region Methods: Public

public override void ThrowEvent(ProcessExecutingContext context, string message) {
base.ThrowEvent(context, message);
ProcessQueue(context);
}

```

```

}

public override void WritePropertiesData(DataWriter writer, bool writeFlowElements = true)
{
    base.WritePropertiesData(writer, writeFlowElements);
}

public override object CloneShallow() {
    return base.CloneShallow();
}

#endregion

}

#endregion

#region Class: #SchemaNameMacros#EventsProcess

/// <exclude/>
public class #SchemaNameMacros#EventsProcess :
    #SchemaNameMacros#EventsProcess<#SchemaNameMacros#>
{

    public #SchemaNameMacros#EventsProcess(UserConnection userConnection)
    : base(userConnection) {
    }

}

#endregion

#region Class: #SchemaNameMacros#EventsProcessSchema

/// <exclude/>
public class #SchemaNameMacros#EventsProcessSchema :
    Terrasoft.Configuration.#ParentSchemaNameMacros#EventsProcessSchema
{

    #region Constructors: Public

    public #SchemaNameMacros#EventsProcessSchema(ProcessSchemaManager processSchemaManager,
        ProcessBasedSchema ownerSchema)
    : base(processSchemaManager, ownerSchema) {
    }

    public #SchemaNameMacros#EventsProcessSchema(#SchemaNameMacros#EventsProcessSchema source)
    : base(source) {
    }

}

#endregion

#region Methods: Protected

protected override void InitializeProperties() {
    base.InitializeProperties();
    Name = "#SchemaNameMacros#EventsProcess";
    Uid = new Guid("638f4820-d0c8-40e5-87e4-56ccc6b931c4");
    CreatedInPackageId = new Guid("cff9b5d2-fdce-4a4f-a010-2a07bf3940bb");
    CreatedInSchemaUid = Guid.Empty;
    CreatedInVersion = @"7.12.0.2656";
    CultureName = null;
    EntitySchemaUid = Guid.Empty;
    ModifiedInSchemaUid = Guid.Empty;
    ParametersEditPageSchemaUid = Guid.Empty;
    ParentSchemaUid = new Guid("66f58f21-6ed1-4e29-b506-6b9f6426d463");
    SequenceFlowStrokeDefColor = Color.FromArgb(-4473925);
    TaskFillDefColor = Color.FromArgb(-1);
    UsageType = ProcessSchemaUsageType.Advanced;
}

```

```

protected override void InitializeParameters() {
    base.InitializeParameters();
}

protected override void InitializeBaseElements() {
    base.InitializeBaseElements();
}

protected override void InitializeMethods() {
    base.InitializeMethods();
    SetMethodsDefInheritance();
}

protected override void InitializeUsings() {
    Usings.Add(new SchemaUsing() {
        UId = new Guid("fb7b81ba-7c3c-45a5-ae9e-c6c03dceb812"),
        Name = "Terrasoft.UI.WebControls.Controls",
        Alias = "",
        CreatedInPackageId = new Guid("66e9e705-64b4-4dda-925e-d1e05a389eb6")
    });
    Usings.Add(new SchemaUsing() {
        UId = new Guid("cde525cf-d220-4d2a-b963-e55254c639fc"),
        Name = "Terrasoft.UI.WebControls.Utilities.Json.Converters",
        Alias = "",
        CreatedInPackageId = new Guid("66e9e705-64b4-4dda-925e-d1e05a389eb6")
    });
    Usings.Add(new SchemaUsing() {
        UId = new Guid("5c9c82c6-ba6d-4a57-9a14-87fe8faa4ebb"),
        Name = "Terrasoft.Core.DB",
        Alias = "",
        CreatedInPackageId = new Guid("66e9e705-64b4-4dda-925e-d1e05a389eb6")
    });
    Usings.Add(new SchemaUsing() {
        UId = new Guid("7821de68-c82b-4917-a6cd-add2adfbe400"),
        Name = "Terrasoft.Common",
        Alias = "",
        CreatedInPackageId = new Guid("66e9e705-64b4-4dda-925e-d1e05a389eb6")
    });
    Usings.Add(new SchemaUsing() {
        UId = new Guid("d67de76f-9cbc-4bfc-babb-6f65cb89b973"),
        Name = "System.Data",
        Alias = "",
        CreatedInPackageId = new Guid("66e9e705-64b4-4dda-925e-d1e05a389eb6")
    });
    Usings.Add(new SchemaUsing() {
        UId = new Guid("74160d3b-65e3-4694-b554-089f2d980e54"),
        Name = "Newtonsoft.Json",
        Alias = "",
        CreatedInPackageId = new Guid("66e9e705-64b4-4dda-925e-d1e05a389eb6")
    });
    Usings.Add(new SchemaUsing() {
        UId = new Guid("e401300a-9f16-40c2-9788-cf310ae9d1c5"),
        Name = "Terrasoft.Common.Json",
        Alias = "",
        CreatedInPackageId = new Guid("66e9e705-64b4-4dda-925e-d1e05a389eb6")
    });
    Usings.Add(new SchemaUsing() {
        UId = new Guid("d5bb3512-71e0-482a-9c7e-16bf22c586b7"),
        Name = "Terrasoft.Nui.ServiceModel.DataContract",
        Alias = "DataContract",
        CreatedInPackageId = new Guid("76eace8e-4a48-486b-bf04-de18fe06b0a2")
    });
    Usings.Add(new SchemaUsing() {
        UId = new Guid("b261d1c9-cc98-44e8-aabd-7806d1dc26ed"),
        Name = "Terrasoft.Core.Factories",
        Alias = "",
        CreatedInPackageId = new Guid("76eace8e-4a48-486b-bf04-de18fe06b0a2")
    });
    Usings.Add(new SchemaUsing() {

```



```

    Uid = new Guid("c261d1c9-cc98-44e8-aabd-7806d1dc26ec"),
    Name = "Terrasoft.Core.DcmProcess",
    Alias = "",
    CreatedInPackageId = new Guid("76eace8e-4a48-486b-bf04-de18fe06b0a2")
  });
}

#endregion

#region Methods: Public

public override object Clone() {
  return new #SchemaNameMacros#EventsProcessSchema(this);
}

public override void GetParentRealUids(Collection<Guid> realUids) {
  base.GetParentRealUids(realUids);
  realUids.Add(new Guid("638f4820-d0c8-40e5-87e4-56ccc6b931c4"));
}

#endregion

}

#endregion

}

BpmOutlets1Page card schema

define("BpmOutlets1Page", [], function() {
  return {
    entitySchemaName: "BpmOutlets",
    details: /**SCHEMA_DETAILS*/{}/**SCHEMA_DETAILS*/,
    modules: /**SCHEMA_MODULES*/{}/**SCHEMA_MODULES*/,
    diff: /**SCHEMA_DIFF*/[
      {
        "operation": "insert",
        "name": "BpmName90f9c1df-1e86-498b-8109-a1c521ede9ec",
        "values": {
          "layout": {
            "colSpan": 24,
            "rowSpan": 1,
            "column": 0,
            "row": 0,
            "layoutName": "ProfileContainer"
          },
          "bindTo": "BpmName"
        },
        "parentName": "ProfileContainer",
        "propertyName": "items",
        "index": 0
      },
      {
        "operation": "insert",
        "name": "BpmCoded9342f33-a1bc-43d3-ac03-fdfc915374a3",
        "values": {
          "layout": {
            "colSpan": 24,
            "rowSpan": 1,
            "column": 0,
            "row": 1,
            "layoutName": "ProfileContainer"
          },
          "bindTo": "BpmCode"
        },
        "parentName": "ProfileContainer",
        "propertyName": "items",
        "index": 1
      },
    ],
  },

```

```

{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmFranchiseGroupfd8f92ef-0c57-4cbd-abe4-78f813f9becb",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 24,
      "rowSpan": 1,
      "column": 0,
      "row": 2,
      "layoutName": "ProfileContainer"
    },
    "bindTo": "BpmFranchiseGroup"
  },
  "parentName": "ProfileContainer",
  "propertyName": "items",
  "index": 2
},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmFranchiseOwnership8fbabc3-fd73-4647-81c5-d8f5cd07364d",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 24,
      "rowSpan": 1,
      "column": 0,
      "row": 3,
      "layoutName": "ProfileContainer"
    },
    "bindTo": "BpmFranchiseOwnership"
  },
  "parentName": "ProfileContainer",
  "propertyName": "items",
  "index": 3
},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmPrimaryContactff809e48-7858-4ccf-84e8-f5c135769b2c",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 24,
      "rowSpan": 1,
      "column": 0,
      "row": 4,
      "layoutName": "ProfileContainer"
    },
    "bindTo": "BpmPrimaryContact"
  },
  "parentName": "ProfileContainer",
  "propertyName": "items",
  "index": 4
},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmOpeningDatefb5aa94d-f30a-4ebf-ad4c-bddb1c863d2a",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 24,
      "rowSpan": 1,
      "column": 0,
      "row": 5,
      "layoutName": "ProfileContainer"
    },
    "bindTo": "BpmOpeningDate"
  },
  "parentName": "ProfileContainer",
  "propertyName": "items",
  "index": 5
},
{
  "operation": "insert",

```

```

"name": "BpmClosingDatedacb1623-d1a0-4a50-816c-3c506fe83040",
"values": {
"layout": {
"colSpan": 24,
"rowSpan": 1,
"column": 0,
"row": 6,
"layoutName": "ProfileContainer"
},
"bindTo": "BpmClosingDate"
},
"parentName": "ProfileContainer",
"propertyName": "items",
"index": 6
},
{
"operation": "insert",
"name": "BpmEffectivenessd21858ed-3071-4cf6-adad-91db49cc3ac3",
"values": {
"layout": {
"colSpan": 24,
"rowSpan": 1,
"column": 0,
"row": 7,
"layoutName": "ProfileContainer"
},
"bindTo": "BpmEffectiveness"
},
"parentName": "ProfileContainer",
"propertyName": "items",
"index": 7
},
{
"operation": "insert",
"name": "BOOLEAN8fc2215e-ea4d-4668-a135-be3600e3965f",
"values": {
"layout": {
"colSpan": 24,
"rowSpan": 1,
"column": 0,
"row": 8,
"layoutName": "ProfileContainer"
},
"bindTo": "BpmActual",
"enabled": true
},
"parentName": "ProfileContainer",
"propertyName": "items",
"index": 8
},
{
"operation": "insert",
"name": "Tab82105927TabLabel",
"values": {
"caption": {
"bindTo": "Resources.Strings.Tab82105927TabLabelTabCaption"
},
"items": []
},
"parentName": "Tabs",
"propertyName": "tabs",
"index": 0
},
{
"operation": "insert",
"name": "Tab82105927TabLabelGroupd77b7e7c",
"values": {
"caption": {
"bindTo": "Resources.Strings.Tab82105927TabLabelGroupd77b7e7cGroupCaption"
},

```

```

"itemType": 15,
"markerValue": "added-group",
"items": []
},
"parentName": "Tab82105927TabLabel",
"propertyName": "items",
"index": 0
},
{
"operation": "insert",
"name": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11",
"values": {
"itemType": 0,
"items": []
},
"parentName": "Tab82105927TabLabelGroupd77b7e7c",
"propertyName": "items",
"index": 0
},
{
"operation": "insert",
"name": "BpmInput1f28f3bcc-5058-4f92-befb-b30e1a75e4eb",
"values": {
"layout": {
"colSpan": 12,
"rowSpan": 1,
"column": 0,
"row": 0,
"layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11"
},
"bindTo": "BpmInput1"
},
"parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11",
"propertyName": "items",
"index": 0
},
{
"operation": "insert",
"name": "BpmInput1Weightdd65f2af-a277-4301-ad42-ed4978814093",
"values": {
"layout": {
"colSpan": 12,
"rowSpan": 1,
"column": 12,
"row": 0,
"layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11"
},
"bindTo": "BpmInput1Weight",
"enabled": true
},
"parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11",
"propertyName": "items",
"index": 1
},
{
"operation": "insert",
"name": "BpmInput2a68b1825-c72a-4049-ab5a-514aba09af82",
"values": {
"layout": {
"colSpan": 12,
"rowSpan": 1,
"column": 0,
"row": 1,
"layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11"
},
"bindTo": "BpmInput2"
},
"parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11",
"propertyName": "items",
"index": 2

```

```

},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmInput2Weight2cfbd0da-e251-423b-8558-7b8ffe6fffaa",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 12,
      "rowSpan": 1,
      "column": 12,
      "row": 1,
      "layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11"
    },
    "bindTo": "BpmInput2Weight",
    "enabled": true
  },
  "parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11",
  "propertyName": "items",
  "index": 3
},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmInput338668596-3481-48fe-a01e-991e0ab67f7a",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 12,
      "rowSpan": 1,
      "column": 0,
      "row": 2,
      "layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11"
    },
    "bindTo": "BpmInput3"
  },
  "parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11",
  "propertyName": "items",
  "index": 4
},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmInput3Weight7999abb3-7a74-46a5-932a-af7c9be92662",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 12,
      "rowSpan": 1,
      "column": 12,
      "row": 2,
      "layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11"
    },
    "bindTo": "BpmInput3Weight",
    "enabled": true
  },
  "parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11",
  "propertyName": "items",
  "index": 5
},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmInput45fe55826-0970-4c3c-9cf5-5414d685ca43",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 12,
      "rowSpan": 1,
      "column": 0,
      "row": 3,
      "layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11"
    },
    "bindTo": "BpmInput4"
  },
  "parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayouta1922f11",
  "propertyName": "items",
  "index": 6
}

```

```

},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmInput4Weight13914fd2-1f4a-4705-b0ca-58c50d6f94f0",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 12,
      "rowSpan": 1,
      "column": 12,
      "row": 3,
      "layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11"
    },
    "bindTo": "BpmInput4Weight",
    "enabled": true
  },
  "parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11",
  "propertyName": "items",
  "index": 7
},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmOutput1f73cf6ab-bb4a-4d5a-a5d7-b0b04970c03f",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 12,
      "rowSpan": 1,
      "column": 0,
      "row": 5,
      "layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11"
    },
    "bindTo": "BpmOutput1"
  },
  "parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11",
  "propertyName": "items",
  "index": 8
},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmOutput1Weight9fe00ba1-6c06-414d-aa83-d23bbe2e4383",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 12,
      "rowSpan": 1,
      "column": 12,
      "row": 5,
      "layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11"
    },
    "bindTo": "BpmOutput1Weight",
    "enabled": true
  },
  "parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11",
  "propertyName": "items",
  "index": 9
},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmOutput267e9de74-e2de-4385-96ce-1ea0814e2d3c",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 12,
      "rowSpan": 1,
      "column": 0,
      "row": 6,
      "layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11"
    },
    "bindTo": "BpmOutput2"
  },
  "parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11",
  "propertyName": "items",
  "index": 10
}

```

```

},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmOutput2Weight18bfb552-fde6-4a7b-8b98-1df35d20c639",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 12,
      "rowSpan": 1,
      "column": 12,
      "row": 6,
      "layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11"
    },
    "bindTo": "BpmOutput2Weight",
    "enabled": true
  },
  "parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11",
  "propertyName": "items",
  "index": 11
},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmOutput3ee6e2608-9a51-4566-aa21-f04e03e12190",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 12,
      "rowSpan": 1,
      "column": 0,
      "row": 7,
      "layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11"
    },
    "bindTo": "BpmOutput3"
  },
  "parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11",
  "propertyName": "items",
  "index": 12
},
{
  "operation": "insert",
  "name": "BpmOutput3Weight3357d650-0797-4795-9212-79ff1f6f2496",
  "values": {
    "layout": {
      "colSpan": 12,
      "rowSpan": 1,
      "column": 12,
      "row": 7,
      "layoutName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11"
    },
    "bindTo": "BpmOutput3Weight",
    "enabled": true
  },
  "parentName": "Tab82105927TabLabelGridLayout1922f11",
  "propertyName": "items",
  "index": 13
}
]/**SCHEMA_DIFF*/,
methods: {},
rules: {},
businessRules: /**SCHEMA_BUSINESS_RULES*/{}/**SCHEMA_BUSINESS_RULES*/
};
});

```

BpmSourceCode

```

namespace Terrasoft.Configuration{
using System;

public class Budget {

public Guid SysAdminUnitId { get; set; }

```

```

public double Input1 { get; set;}
public double Input2 { get; set;}
public double Input3 { get; set;}
public double Input4 { get; set;}
public double Input5 { get; set;}
public double Output1 { get; set;}
public double Output2 { get; set;}
public double Output3 { get; set;}
public double Output4 { get; set;}
public double Output5 { get; set;}
public double Effectiveness { get; set;}
public Guid OutletId { get; set;}
public double Input1Weight { get; set;}
public double Input2Weight { get; set;}
public double Input3Weight { get; set;}
public double Input4Weight { get; set;}
public double Input5Weight { get; set;}
public double Output1Weight { get; set;}
public double Output2Weight { get; set;}
public double Output3Weight { get; set;}
public double Output4Weight { get; set;}
public double Output5Weight { get; set;}
}
}
BpmProcessEffAss.cs
namespace Terrasoft.Core.Process
{

using Microsoft.SolverFoundation.Common;
using Microsoft.SolverFoundation.Services;
using Newtonsoft.Json;
using Newtonsoft.Json.Linq;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Collections.ObjectModel;
using System.Drawing;
using System.Globalization;
using System.Text;
using Terrasoft.Common;
using Terrasoft.Configuration;
using Terrasoft.Core;
using Terrasoft.Core.Configuration;
using Terrasoft.Core.DB;
using Terrasoft.Core.Entities;
using Terrasoft.Core.Process;
using Terrasoft.Core.Process.Configuration;

#region Class: BpmProcessEffAssSchema

/// <exclude/>
public class BpmProcessEffAssSchema : Terrasoft.Core.Process.ProcessSchema
{

#region Constructors: Public

public BpmProcessEffAssSchema(ProcessSchemaManager processSchemaManager)
: base(processSchemaManager) {
}

public BpmProcessEffAssSchema(BpmProcessEffAssSchema source)
: base(source) {
}

#endregion

#region Methods: Protected

protected override void InitializeProperties() {
base.InitializeProperties();
Name = "BpmProcessEffAss";

```



```

    Uid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd");
    CreatedInPackageId = new Guid("ebc8247e-360d-4a31-9985-63224134c91a");
    CreatedInSchemaUid = Guid.Empty;
    CreatedInVersion = @"7.12.0.2702";
    CultureName = null;
    EntitySchemaUid = Guid.Empty;
    IsCreatedInSvg = true;
    ModifiedInSchemaUid = Guid.Empty;
    ParametersEditPageSchemaUid = Guid.Empty;
    ParentSchemaUid = new Guid("bb4d6607-026b-4b27-b640-8f5c77c1e89d");
    SequenceFlowStrokeDefColor = Color.FromArgb(-4473925);
    SerializeToDB = true;
    SerializeToMemory = true;
    Tag = @"Business Process - eff ass";
    TaskFillDefColor = Color.FromArgb(-1);
    UsageType = ProcessSchemaUsageType.Advanced;
    ZipMethodsBody = new byte[] { };
    ZipCompiledMethodsBody = new byte[] { };
    RealUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd");
    Version = 0;
    PackageUid = new Guid("7b11022b-0803-4562-9f55-b65281a32f65");
}

protected override void InitializeParameters() {
    base.InitializeParameters();
}

protected override void InitializeBaseElements() {
    base.InitializeBaseElements();
    ProcessSchemaLaneSet schemaLaneSet1 = CreateLaneSet1LaneSet();
    LaneSets.Add(schemaLaneSet1);
    ProcessSchemaLane schemaLane1 = CreateLane1Lane();
    schemaLaneSet1.Lanes.Add(schemaLane1);
    ProcessSchemaStartEvent startevent1 = CreateStartEvent1StartEvent();
    FlowElements.Add(startevent1);
    ProcessSchemaTerminateEvent terminateevent1 = CreateTerminateEvent1TerminateEvent();
    FlowElements.Add(terminateevent1);
    ProcessSchemaScriptTask scripttask1 = CreateScriptTask1ScriptTask();
    FlowElements.Add(scripttask1);
    FlowElements.Add(CreateSequenceFlow1SequenceFlow());
    FlowElements.Add(CreateSequenceFlow2SequenceFlow());
}

protected virtual ProcessSchemaSequenceFlow CreateSequenceFlow1SequenceFlow() {
    ProcessSchemaSequenceFlow schemaFlow = new ProcessSchemaSequenceFlow(this,
    ProcessSchemaEditSequenceFlowType.Sequence) {
        Name = "SequenceFlow1",
        Uid = new Guid("97f3e851-9f2f-48bf-877c-8ed4ac7610a1"),
        ContainerItemIndex = 0,
        ContainerUid = Guid.Empty,
        CreatedInOwnerSchemaUid = new Guid("bb4d6607-026b-4b27-b640-8f5c77c1e89d"),
        CreatedInPackageId = new Guid("7b11022b-0803-4562-9f55-b65281a32f65"),
        CreatedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
        CurveCenterPosition = new Point(0, 0),
        FlowType = ProcessSchemaEditSequenceFlowType.Sequence,
        ManagerItemUid = new Guid("0d8351f6-c2f4-4737-bdd9-6fbfe0837fec"),
        ModifiedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
        Size = new Size(0, 0),
        SourceRefUid = new Guid("1275b246-4806-4c63-a9a9-023dd4ad5b46"),
        SourceSequenceFlowPointLocalPosition = new Point(0, 0),
        StrokeColor = Color.FromArgb(-7105128),
        TargetRefUid = new Guid("1e36e79c-763c-4c14-904e-40bdd076ec6e"),
        TargetSequenceFlowPointLocalPosition = new Point(-1, 0),
        UseBackgroundMode = false,
        VisualType = ProcessSchemaSequenceFlowVisualType.Polyline
    };
    return schemaFlow;
}

protected virtual ProcessSchemaSequenceFlow CreateSequenceFlow2SequenceFlow() {

```

```

ProcessSchemaSequenceFlow schemaFlow = new ProcessSchemaSequenceFlow(this,
ProcessSchemaEditSequenceFlowType.Sequence) {
    Name = "SequenceFlow2",
    Uid = new Guid("8322c3fe-9b87-4f25-b3a2-5311d0a70cb7"),
    ContainerItemIndex = 0,
    ContainerUid = Guid.Empty,
    CreatedInOwnerSchemaUid = new Guid("bb4d6607-026b-4b27-b640-8f5c77c1e89d"),
    CreatedInPackageId = new Guid("7b11022b-0803-4562-9f55-b65281a32f65"),
    CreatedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
    CurveCenterPosition = new Point(0, 0),
    FlowType = ProcessSchemaEditSequenceFlowType.Sequence,
    ManagerItemUid = new Guid("0d8351f6-c2f4-4737-bdd9-6fbfe0837fec"),
    ModifiedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
    Size = new Size(0, 0),
    SourceRefUid = new Guid("1e36e79c-763c-4c14-904e-40bdd076ec6e"),
    SourceSequenceFlowPointLocalPosition = new Point(1, 0),
    StrokeColor = Color.FromArgb(-7105128),
    TargetRefUid = new Guid("0729c653-a524-460f-90d2-7bbf4637f7f1"),
    TargetSequenceFlowPointLocalPosition = new Point(0, 0),
    UseBackgroundMode = false,
    VisualType = ProcessSchemaSequenceFlowVisualType.Polyline
};
return schemaFlow;
}

protected virtual ProcessSchemaLaneSet CreateLaneSet1LaneSet() {
    ProcessSchemaLaneSet schemaLaneSet1 = new ProcessSchemaLaneSet(this) {
        Uid = new Guid("d4c506f3-6d57-4f4f-a098-d150b317898d"),
        ContainerItemIndex = 0,
        ContainerUid = Guid.Empty,
        CreatedInOwnerSchemaUid = new Guid("bb4d6607-026b-4b27-b640-8f5c77c1e89d"),
        CreatedInPackageId = new Guid("7b11022b-0803-4562-9f55-b65281a32f65"),
        CreatedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
        Direction = ProcessSchemaPoolDirectionType.Vertical,
        ManagerItemUid = new Guid("11a47caf-a0d5-41fa-a274-a0b11f77447a"),
        ModifiedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
        Name = @"LaneSet1",
        Position = new Point(0, 0),
        Size = new Size(0, 0),
        UseBackgroundMode = false
    };
    return schemaLaneSet1;
}

protected virtual ProcessSchemaLane CreateLane1Lane() {
    ProcessSchemaLane schemaLane1 = new ProcessSchemaLane(this) {
        Uid = new Guid("6fc1b0bc-d38a-46d9-b460-3923ecd07a3d"),
        ContainerItemIndex = 0,
        ContainerUid = new Guid("d4c506f3-6d57-4f4f-a098-d150b317898d"),
        CreatedInOwnerSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
        CreatedInPackageId = new Guid("7b11022b-0803-4562-9f55-b65281a32f65"),
        CreatedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
        ManagerItemUid = new Guid("abcd74b9-5912-414b-82ac-f1aa4dcd554e"),
        ModifiedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
        Name = @"Lane1",
        Position = new Point(0, 0),
        Size = new Size(0, 0),
        UseBackgroundMode = false
    };
    return schemaLane1;
}

protected virtual ProcessSchemaStartEvent CreateStartEvent1StartEvent() {
    ProcessSchemaStartEvent schemaStartEvent = new ProcessSchemaStartEvent(this) {
        Uid = new Guid("1275b246-4806-4c63-a9a9-023dd4ad5b46"),
        ContainerItemIndex = 0,
        ContainerUid = new Guid("6fc1b0bc-d38a-46d9-b460-3923ecd07a3d"),
        CreatedInOwnerSchemaUid = new Guid("bb4d6607-026b-4b27-b640-8f5c77c1e89d"),
        CreatedInPackageId = new Guid("7b11022b-0803-4562-9f55-b65281a32f65"),
        CreatedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
    };
}

```

```

EntitySchemaUid = Guid.Empty,
IsInterrupting = false,
IsLogging = true,
ManagerItemUid = new Guid("53818048-7868-48f6-ada0-0ebaa65af628"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
Name = @"StartEvent1",
Position = new Point(50, 184),
SerializeToDB = false,
Size = new Size(27, 27),
UseBackgroundMode = false
};

```

```

return schemaStartEvent;
}

```

```

protected virtual ProcessSchemaTerminateEvent CreateTerminateEvent1TerminateEvent() {
ProcessSchemaTerminateEvent schemaTerminateEvent = new ProcessSchemaTerminateEvent(this) {
Uid = new Guid("0729c653-a524-460f-90d2-7bbf4637f7f1"),
ContainerItemIndex = 0,
ContainerUid = new Guid("6fc1b0bc-d38a-46d9-b460-3923ecd07a3d"),
CreatedInOwnerSchemaUid = new Guid("bb4d6607-026b-4b27-b640-8f5c77c1e89d"),
CreatedInPackageId = new Guid("7b11022b-0803-4562-9f55-b65281a32f65"),
CreatedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
EntitySchemaUid = Guid.Empty,
IsLogging = true,
ManagerItemUid = new Guid("1bd93619-0574-454e-bb4e-cf53b9eb9470"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
Name = @"TerminateEvent1",
Position = new Point(313, 184),
SerializeToDB = false,
Size = new Size(27, 27),
ThrowToBase = false,
UseBackgroundMode = false
};
}

```

```

return schemaTerminateEvent;
}

```

```

protected virtual ProcessSchemaScriptTask CreateScriptTask1ScriptTask() {
ProcessSchemaScriptTask ScriptTask = new ProcessSchemaScriptTask(this) {
Uid = new Guid("1e36e79c-763c-4c14-904e-40bdd076ec6e"),
ContainerItemIndex = 0,
ContainerUid = new Guid("6fc1b0bc-d38a-46d9-b460-3923ecd07a3d"),
CreatedInOwnerSchemaUid = new Guid("bb4d6607-026b-4b27-b640-8f5c77c1e89d"),
CreatedInPackageId = new Guid("7b11022b-0803-4562-9f55-b65281a32f65"),
CreatedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
EntitySchemaUid = Guid.Empty,
FillColor = Color.FromArgb(-1),
ImageList = null,
ImageName = null,
IsForCompensation = false,
IsLogging = true,
ManagerItemUid = new Guid("0e490dda-e140-4441-b600-6f5c64d024df"),
ModifiedInSchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"),
Name = @"ScriptTask1",
Position = new Point(136, 170),
SerializeToDB = false,
Size = new Size(69, 55),
UseBackgroundMode = false,
UseFlowEngineScriptVersion = false,
ZipBody = new byte[] {
31,139,8,0,0,0,0,0,4,0,237,92,89,83,219,74,22,126,150,127,133,138,39,89,48,94,180,100,38,13
3,113,149,3,185,41,106,38,115,167,96,50,247,33,69,81,10,110,64,41,91,98,108,153,144,185,197
,127,159,238,214,210,123,171,101,12,49,70,121,8,118,247,57,71,234,62,251,167,150,207,193,12
,92,101,246,50,255,115,100,39,224,135,125,142,191,56,95,150,96,113,156,38,9,252,28,167,73,1
83,99,245,142,211,217,106,158,56,123,31,238,230,167,201,221,42,27,238,201,70,61,233,168,47,
29,13,164,163,33,63,250,251,42,147,93,46,31,22,174,151,15,11,23,204,135,133,43,230,195,236,
37,143,23,32,202,192,244,247,132,25,61,157,74,239,118,248,7,136,111,110,51,249,94,104,230,1
24,205,92,160,153,11,229,115,197,30,233,38,21,119,83,236,151,110,82,113,63,197,222,201,39,6
3,94,95,35,211,185,7,9,88,46,241,228,111,139,116,94,242,205,64,6,7,15,59,157,251,104,97,47,

```

192,114,53,43,205,239,31,241,50,27,125,88,77,111,64,54,118,32,197,106,25,39,55,182,131,232,
 166,223,62,62,128,171,85,150,46,32,45,107,159,189,143,201,114,181,0,39,31,200,144,211,237,2
 18,127,118,108,139,18,0,245,58,5,136,57,55,248,94,46,14,156,225,97,135,136,199,156,150,245,
 227,54,158,1,219,201,185,122,136,170,144,73,253,203,239,189,55,153,78,29,116,247,249,141,11
 5,52,232,223,249,207,229,100,58,143,147,47,73,156,157,78,225,45,20,82,63,129,44,223,180,255
 ,68,179,21,24,125,90,197,211,113,110,107,7,130,140,220,222,148,188,211,116,245,109,6,198,14
 0,131,42,132,120,230,66,60,165,16,223,92,136,175,20,18,152,11,9,148,66,66,115,33,161,76,72,
 225,60,70,82,170,96,164,18,99,182,183,85,240,82,137,49,219,221,42,216,169,196,152,237,111,2
 1,28,85,98,204,118,184,10,166,82,49,208,231,159,102,249,121,160,105,96,255,101,100,82,121,6
 5,83,129,94,141,64,191,169,64,191,70,96,208,84,96,80,35,48,108,42,48,84,11,100,82,78,19,223
 ,169,19,217,68,47,92,106,83,122,83,99,145,26,213,48,73,177,137,127,213,137,108,162,29,46,24
 9,138,34,153,4,108,36,146,79,217,180,180,71,152,138,45,235,17,230,211,199,206,99,167,211,23
 9,47,211,217,61,204,165,115,144,221,166,211,206,57,254,6,147,111,6,30,96,61,137,191,93,94,2
 1,95,143,108,102,58,191,5,252,17,37,248,207,241,213,34,93,166,215,89,47,167,250,45,93,37,21
 1,8,39,245,115,176,184,143,175,192,178,247,57,157,130,153,61,199,255,31,113,226,123,121,185
 ,134,73,144,188,142,117,2,174,226,37,228,183,103,63,163,249,183,105,116,25,151,137,19,165,2
 32,114,214,57,73,231,81,156,160,188,62,251,39,170,26,110,34,180,246,3,123,143,101,67,101,13
 8,66,164,183,158,72,79,35,210,95,79,164,175,17,25,172,39,50,208,136,12,215,19,25,202,69,166
 ,85,250,109,38,51,45,83,177,90,104,115,13,165,101,98,86,11,109,174,163,180,76,211,106,161,2
 05,181,148,150,73,91,45,180,185,158,210,50,133,67,161,29,11,123,28,42,110,75,1,75,135,117,1
 42,3,206,33,184,239,62,247,61,224,190,135,7,188,17,240,3,30,63,224,243,3,1,63,16,226,32,80,
 221,58,12,53,203,108,1,87,157,45,157,189,89,60,143,97,231,1,163,165,101,13,236,209,145,205,
 47,167,35,27,247,20,227,190,98,60,80,140,135,226,120,181,108,249,132,228,202,213,54,200,39,
 36,215,38,219,98,89,48,114,95,195,254,233,248,248,236,0,197,211,248,218,6,15,176,227,2,83,5
 9,74,166,197,200,252,231,176,99,193,253,178,99,104,62,3,200,5,57,64,116,117,155,55,81,223,2
 36,56,41,218,158,188,77,146,239,244,221,34,157,174,112,35,182,183,31,195,123,234,247,109,11
 6,225,242,10,246,208,254,17,103,183,246,15,156,191,150,112,218,178,172,111,61,166,66,112,17
 1,239,46,31,42,246,237,114,174,44,22,92,50,226,242,49,128,80,23,89,157,16,251,46,239,219,13
 2,56,16,68,7,240,51,239,182,132,62,20,232,67,129,62,180,255,2,103,153,122,214,173,6,40,234,
 34,101,85,196,30,79,236,241,196,30,33,246,121,98,159,39,246,9,113,192,19,7,60,113,64,136,67
 ,158,56,228,137,67,100,121,3,104,107,133,194,161,165,97,77,195,229,87,202,166,85,173,83,173
 ,78,145,58,189,233,181,164,213,137,78,5,186,29,215,109,176,110,63,149,219,103,89,241,254,62
 ,252,131,139,45,184,137,157,194,9,177,15,70,148,15,254,137,2,245,167,52,154,217,55,232,191,
 35,187,242,71,52,232,236,129,235,235,189,3,27,125,254,123,156,76,123,159,163,7,24,3,255,7,1
 12,8,140,52,90,136,52,90,40,231,2,87,212,65,57,23,186,98,108,178,45,18,63,236,43,
 242,145,90,16,19,96,192,127,87,209,12,174,44,42,52,231,114,122,219,47,103,60,151,211,90,53,
 227,187,156,206,170,153,192,229,52,86,205,132,46,167,175,163,35,123,136,244,101,82,199,194,
 153,21,26,65,37,108,254,65,168,102,49,51,198,146,206,227,249,221,12,60,156,196,139,188,42,1
 19,186,166,151,57,3,119,233,34,131,6,130,255,28,85,87,67,149,119,62,135,10,101,43,175,253,2
 37,27,72,161,52,132,222,191,211,19,76,230,116,117,54,33,39,19,204,67,78,38,88,138,156,76,48
 ,26,138,12,174,6,249,197,234,14,110,5,40,138,158,47,248,11,7,100,195,82,135,69,32,173,156,7
 ,110,94,38,105,130,14,236,188,89,234,253,43,90,68,176,215,1,11,231,166,219,237,253,113,11,2
 2,32,7,43,122,167,203,143,200,18,29,129,16,223,55,6,61,186,212,117,10,204,17,223,114,110,21
 6,103,96,158,222,3,98,219,14,49,126,158,8,121,241,210,65,126,14,103,30,59,110,31,198,6,38,1
 39,119,250,238,51,5,10,182,157,116,109,71,109,51,47,30,60,158,20,61,132,133,253,226,128,210
 ,173,34,138,116,69,158,126,73,158,106,77,207,168,43,105,186,141,180,233,54,210,164,219,72,1
 47,110,35,77,186,141,52,233,54,82,165,219,110,149,111,95,121,252,54,87,249,43,9,233,184,132
 ,212,172,209,53,94,160,156,109,195,11,22,157,64,177,100,209,31,104,66,226,26,85,165,173,244
 ,21,41,159,199,243,137,126,36,229,19,93,74,74,38,122,151,148,76,116,180,183,151,172,165,68,
 94,125,74,175,114,58,234,146,159,47,161,179,240,189,107,150,206,5,106,109,210,16,168,181,10
 5,68,160,214,22,1,2,245,115,244,20,130,15,170,107,2,193,237,212,69,2,79,170,169,26,120,82,7
 7,25,193,147,238,120,163,82,111,183,138,60,87,111,194,138,68,80,111,205,138,212,80,111,216,
 138,84,81,111,227,111,47,170,202,90,32,130,42,122,40,94,154,67,151,21,198,210,134,216,54,19
 6,110,48,196,210,189,219,215,11,174,123,67,142,73,77,199,23,135,57,218,254,221,196,100,97,7
 3,76,73,251,250,253,66,16,136,221,74,36,170,71,233,191,227,39,7,188,217,106,65,120,209,104,
 117,216,45,103,180,122,16,94,180,89,61,188,43,90,173,30,240,21,236,79,135,0,11,22,168,131,1
 32,5,27,212,97,196,130,21,234,64,99,193,14,13,80,228,239,69,132,179,218,196,223,38,254,157,
 73,252,86,167,99,25,197,75,131,142,12,198,71,198,83,30,59,184,170,112,45,186,178,240,215,16
 9,42,172,78,97,192,121,100,185,156,71,15,248,32,14,34,253,58,184,40,2,206,33,67,229,201,169
 ,60,150,202,151,83,249,44,85,32,167,10,88,170,80,78,21,86,84,133,155,9,100,197,56,71,39,46,
 160,24,231,232,196,37,20,227,28,157,184,136,98,156,163,19,151,81,140,31,242,90,136,19,19,45
 ,200,168,68,45,200,168,68,45,200,168,68,45,200,168,36,90,224,200,148,90,144,210,73,180,32,1
 65,147,104,65,74,39,209,130,148,14,174,67,83,99,199,215,21,234,62,38,190,2,189,137,113,156,
 146,228,240,145,230,240,198,196,111,74,14,143,229,240,88,14,127,76,124,168,228,240,89,14,15
 9,229,8,198,196,159,74,142,128,229,8,88,142,112,76,124,171,228,8,89,142,176,226,40,84,56,16
 6,28,13,242,176,110,87,81,113,92,222,152,114,187,138,203,227,184,60,142,203,31,83,78,88,113
 ,249,28,151,207,113,5,99,202,37,43,174,128,227,10,56,174,112,76,57,104,197,21,114,92,33,187
 ,127,195,17,241,86,202,14,176,109,41,236,96,68,60,151,178,3,154,131,183,131,17,241,98,202,1
 4,104,14,222,14,70,196,163,41,59,160,57,120,59,24,17,239,166,236,128,230,16,236,96,68,185,5
 8,109,7,5,147,194,14,70,148,227,211,118,192,112,9,118,48,162,194,0,109,7,12,151,96,7,35,42,

```

40,208,118,192,112,9,118,48,162,66,4,109,7,12,23,218,13,152,129,217,160,87,157,139,29,244,6
,239,131,119,124,172,163,167,67,159,15,153,62,53,237,121,127,253,27,31,217,168,233,119,94,1
92,7,82,114,38,119,192,37,18,90,236,187,1,151,102,232,123,242,184,80,79,223,80,240,254,61,1
99,25,168,46,200,220,73,113,142,235,244,228,243,23,10,160,184,68,223,27,160,20,176,192,177,
44,42,206,72,90,60,42,158,72,90,58,42,110,72,122,56,42,62,72,112,6,42,14,200,112,5,114,103,
69,187,104,116,159,12,109,205,93,51,180,53,107,96,104,107,86,196,208,42,215,39,199,77,176,6
,47,49,72,82,11,161,208,102,232,146,8,41,2,40,180,69,186,36,48,138,240,9,109,158,46,137,135
,34,120,66,91,170,75,194,160,8,157,208,150,235,146,232,167,2,78,20,176,73,105,215,79,130,78
,44,78,94,67,92,164,223,111,207,172,213,162,13,156,203,234,118,140,117,88,221,254,177,238,1
70,219,77,214,89,245,123,203,58,171,126,167,25,79,211,109,59,227,105,58,29,48,158,166,83,8,
227,105,58,237,48,158,214,4,24,90,11,22,42,61,242,185,177,33,234,58,228,186,44,74,68,78,9,2
0,180,154,68,193,226,45,154,44,33,35,148,166,8,25,161,52,63,200,8,165,201,129,133,118,164,7
5,43,1,212,166,43,173,207,142,210,117,215,39,74,233,46,212,231,76,233,158,212,167,79,118,13
5,106,17,30,42,167,170,65,37,76,132,166,55,4,43,149,41,134,3,97,243,178,109,194,149,109,19,
163,178,45,78,200,195,37,170,41,208,21,109,194,44,83,180,9,179,76,209,38,204,50,69,155,48,1
71,43,106,38,77,139,26,70,235,92,29,35,206,145,210,69,156,35,213,138,56,71,10,20,113,174,19
0,38,153,168,107,146,198,245,200,164,121,61,210,86,35,170,20,55,222,80,138,155,188,80,138,1
55,112,41,110,34,164,184,50,11,76,184,4,39,58,191,34,193,137,113,64,145,224,196,144,160,72,
112,98,116,80,36,56,49,80,52,13,223,19,147,240,61,217,112,248,158,200,194,55,245,160,165,12
4,146,219,232,73,139,103,254,168,5,175,199,240,105,75,1,182,14,47,100,79,93,60,250,177,11,5
8,30,145,167,160,57,2,1,86,115,27,89,212,61,122,21,216,214,1,180,36,85,33,93,228,200,93,35,
144,225,141,28,134,216,178,119,106,208,214,183,199,51,248,140,174,170,82,10,211,54,44,84,18
2,229,189,35,131,181,8,176,160,184,32,76,178,135,43,11,199,8,104,123,97,64,16,53,184,104,17
,174,237,212,35,93,58,112,75,135,103,233,32,44,9,106,133,223,212,24,232,74,68,18,44,55,82,3
7,22,226,154,20,138,248,189,218,246,72,207,78,29,233,177,156,173,170,253,145,111,58,91,83,2
53,119,55,133,112,253,202,131,79,208,107,249,55,122,218,19,80,218,46,66,179,93,134,155,179,
217,215,129,12,151,249,212,214,136,73,243,107,176,84,168,151,162,171,42,136,55,217,88,145,3
6,198,58,41,105,173,194,117,90,171,208,188,181,226,108,229,73,103,218,66,186,187,122,44,31,
203,206,17,84,183,110,115,133,31,135,155,66,129,109,115,213,54,87,119,175,166,185,138,147,2
21,105,174,202,181,152,52,87,19,73,115,181,69,192,61,172,167,38,92,115,245,203,225,119,195,
230,10,7,203,205,53,87,113,210,54,87,109,115,213,54,87,202,230,106,67,207,86,126,113,115,21
3,190,87,98,214,128,236,214,47,4,137,61,226,112,48,112,157,155,34,253,117,237,190,237,80,22
3,246,97,54,68,89,17,197,17,174,97,48,111,180,202,42,97,13,22,163,222,44,78,54,222,155,225,
28,168,234,205,158,247,253,162,77,118,102,108,99,134,223,232,129,174,15,35,7,254,157,76,239
,197,31,131,189,153,62,13,246,69,219,215,169,9,167,137,117,247,199,236,187,250,7,99,132,3,8
2,186,123,103,246,219,213,173,132,217,107,183,102,93,109,7,250,76,143,247,114,127,221,221,9
3,194,192,17,189,60,87,189,56,122,105,174,122,97,244,178,92,245,162,232,37,185,234,5,209,20
3,113,159,208,167,175,247,16,180,223,111,31,131,202,59,117,205,99,208,10,221,216,193,55,54,
132,157,223,133,247,46,40,213,109,243,67,236,22,101,217,45,148,133,253,177,239,109,128,89,1
82,234,252,42,189,75,230,86,207,134,211,246,125,154,215,245,62,205,86,252,204,202,176,197,1
95,180,8,18,133,28,14,119,2,18,227,22,100,216,33,235,94,45,50,92,172,97,223,172,123,173,200
,112,35,12,187,233,183,123,240,66,125,100,193,240,96,130,167,124,73,169,197,187,90,188,171,
197,187,94,199,137,139,55,129,119,109,201,177,18,84,217,239,32,244,182,109,199,51,90,216,96
,71,96,131,113,11,27,24,192,6,227,22,54,120,61,176,193,134,206,209,12,95,0,55,24,82,192,193
,176,253,129,214,39,2,7,187,134,27,180,176,1,189,43,197,11,250,3,226,26,103,199,249,57,35,1
63,131,70,55,67,236,162,253,62,199,76,241,174,117,244,8,222,89,211,195,71,178,139,237,246,2
25,163,179,227,205,158,55,90,128,108,181,72,236,108,177,2,135,255,7,184,140,155,33,105,133,
0,0 }
};

```

```

return ScriptTask;
}

```

```

protected override void InitializeMethods() {
    base.InitializeMethods();
    SetMethodsDefInheritance();
}

```

```

protected override void InitializeUsings() {
    Usings.Add(new SchemaUsing() {
        UID = new Guid("10d3d21b-cfe3-4514-8506-9d51be279a5a"),
        Name = "Microsoft.SolverFoundation.Common",
        Alias = "",
        CreatedInPackageId = new Guid("ebc8247e-360d-4a31-9985-63224134c91a")
    });
    Usings.Add(new SchemaUsing() {
        UID = new Guid("47d02a6b-009b-4aa0-8eff-3a9b400c9955"),
        Name = "Terrasoft.Core",
        Alias = "",
        CreatedInPackageId = new Guid("ebc8247e-360d-4a31-9985-63224134c91a")
    });
}

```

```

});
Usings.Add(new SchemaUsing() {
    Uid = new Guid("be0eb4aa-845e-49c5-b238-2f25c17ff459"),
    Name = "Microsoft.SolverFoundation.Services",
    Alias = "",
    CreatedInPackageId = new Guid("ebc8247e-360d-4a31-9985-63224134c91a")
});
Usings.Add(new SchemaUsing() {
    Uid = new Guid("649029a4-b15b-4b13-99c8-926d951bfc22"),
    Name = "Terrasoft.Configuration",
    Alias = "",
    CreatedInPackageId = new Guid("ebc8247e-360d-4a31-9985-63224134c91a")
});
}

#endregion

#region Methods: Public

public override Process CreateProcess(UserConnection userConnection) {
    return new BpmProcessEffAss(userConnection);
}

public override object Clone() {
    return new BpmProcessEffAssSchema(this);
}

public override void GetParentRealUids(Collection<Guid> realUids) {
    base.GetParentRealUids(realUids);
    realUids.Add(new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd"));
}

#endregion

}

#endregion

#region Class: BpmProcessEffAss

/// <exclude/>
public class BpmProcessEffAss : Terrasoft.Core.Process.Process
{

    #region Class: ProcessLane1

    /// <exclude/>
    public class ProcessLane1 : ProcessLane
    {

        public ProcessLane1(UserConnection userConnection, BpmProcessEffAss process)
        : base(userConnection) {
            Owner = process;
            IsUsedParentUserContexts = false;
        }

    }

    #endregion

    public BpmProcessEffAss(UserConnection userConnection)
    : base(userConnection) {
        InitializeMetaPathParameterValues();
        Uid = Guid.NewGuid();
        Name = "BpmProcessEffAss";
        SchemaUid = new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd");
        Caption = Schema.Caption;
        SchemaManagerName = "ProcessSchemaManager";
        SerializeToDB = true;
        SerializeToMemory = true;
    }
}

```

```

IsLogging = true;
_notificationCaption = () => { return new LocalizableString((Caption)); };
InitializeFlowElements();
}

#region Properties: Private

private Guid InternalSchemaUid {
get {
return new Guid("eef17f11-e518-495f-92ad-708ed77af3bd");
}
}

#endregion

#region Properties: Public

private Func<string> _notificationCaption;
public virtual string NotificationCaption {
get {
return (_notificationCaption ?? (_notificationCaption = () => null)).Invoke();
}
set {
_notificationCaption = () => { return value; };
}
}

private ProcessLane1 _lane1;
public ProcessLane1 Lane1 {
get {
return _lane1 ?? ((_lane1) = new ProcessLane1(UserConnection, this));
}
}

private ProcessFlowElement _startEvent1;
public ProcessFlowElement StartEvent1 {
get {
return _startEvent1 ?? (_startEvent1 = new ProcessFlowElement() {
Uid = Guid.NewGuid(),
Owner = this,
Type = "ProcessSchemaStartEvent",
Name = "StartEvent1",
SchemaElementUid = new Guid("1275b246-4806-4c63-a9a9-023dd4ad5b46"),
CreatedInSchemaUid = InternalSchemaUid,
ExecutedEventHandler = OnExecuted,
IsLogging = true,
});
}
}

private ProcessTerminateEvent _terminateEvent1;
public ProcessTerminateEvent TerminateEvent1 {
get {
return _terminateEvent1 ?? (_terminateEvent1 = new ProcessTerminateEvent() {
Uid = Guid.NewGuid(),
Owner = this,
Type = "ProcessSchemaTerminateEvent",
Name = "TerminateEvent1",
SchemaElementUid = new Guid("0729c653-a524-460f-90d2-7bbf4637f7f1"),
CreatedInSchemaUid = InternalSchemaUid,
ExecutedEventHandler = OnExecuted,
IsLogging = true,
});
}
}

private ProcessScriptTask _scriptTask1;
public ProcessScriptTask ScriptTask1 {
get {
return _scriptTask1 ?? (_scriptTask1 = new ProcessScriptTask() {

```

```

    Uid = Guid.NewGuid(),
    Owner = this,
    Type = "ProcessSchemaScriptTask",
    Name = "ScriptTask1",
    SchemaElementUid = new Guid("1e36e79c-763c-4c14-904e-40bdd076ec6e"),
    CreatedInSchemaUid = InternalSchemaUid,
    ExecutedEventHandler = OnExecuted,
    IsLogging = true,
    Script = ScriptTask1Execute,
  });
}
}

#endregion

#region Methods: Private

private void InitializeFlowElements() {
    FlowElements[StartEvent1.SchemaElementUid] = new Collection<ProcessFlowElement> { StartEvent1
    };
    FlowElements[TerminateEvent1.SchemaElementUid] = new Collection<ProcessFlowElement> {
    TerminateEvent1 };
    FlowElements[ScriptTask1.SchemaElementUid] = new Collection<ProcessFlowElement> { ScriptTask1
    };
}

private void OnExecuted(object sender, ProcessActivityAfterEventArgs e) {
    switch (e.Context.SenderName) {
        case "StartEvent1":
            e.Context.QueueTasksV2.Enqueue(new ProcessQueueElement("ScriptTask1",
            e.Context.SenderName));
            break;
        case "TerminateEvent1":
            CompleteProcess();
            break;
        case "ScriptTask1":
            e.Context.QueueTasksV2.Enqueue(new ProcessQueueElement("TerminateEvent1",
            e.Context.SenderName));
            break;
    }
}

private void WritePropertyValues(DataWriter writer, bool useAllValueSources) {
}

#endregion

#region Methods: Protected

protected override void PrepareStart(ProcessExecutingContext context) {
    base.PrepareStart(context);
    context.Process = this;
    if (IsProcessExecutedBySignal) {
        return;
    }
    context.QueueTasksV2.Enqueue(new ProcessQueueElement("StartEvent1", string.Empty));
}

protected override void CompleteApplyingFlowElementsPropertiesData() {
    base.CompleteApplyingFlowElementsPropertiesData();
    foreach (var item in FlowElements) {
        foreach (var itemValue in item.Value) {
            if (Guid.Equals(itemValue.CreatedInSchemaUid, InternalSchemaUid)) {
                itemValue.ExecutedEventHandler = OnExecuted;
            }
        }
    }
}

protected override void InitializeMetaPathParameterValues() {

```



```

base.InitializeMetaPathParameterValues();
}

protected override void WritePropertyValues(DataWriter writer) {
base.WritePropertyValues(writer);
WritePropertyValues(writer, true);
}

#endregion

#region Methods: Public

public virtual bool ScriptTask1Execute(ProcessExecutingContext context) {
Select select = new Select(UserConnection)
.Column("BpmInput1")
.Column("BpmInput2")
.Column("BpmInput3")
.Column("BpmInput4")
.Column("BpmInput5")
.Column("BpmOutput1")
.Column("BpmOutput2")
.Column("BpmOutput3")
.Column("BpmOutput4")
.Column("BpmOutput5")
.Column("CreatedOn")
.Column("Id")
.Column("BpmInput1Weight")
.Column("BpmInput2Weight")
.Column("BpmInput3Weight")
.Column("BpmInput4Weight")
.Column("BpmInput5Weight")
.Column("BpmOutput1Weight")
.Column("BpmOutput2Weight")
.Column("BpmOutput3Weight")
.Column("BpmOutput4Weight")
.Column("BpmOutput5Weight")
.Column("BpmEffectiveness")
.From("BpmOutlets");

var result = new List<Budget>();
using (var dbExecutor = UserConnection.EnsureDBConnection()) {
using (var reader = select.ExecuteReader(dbExecutor)) {
while (reader.Read()) {
result.Add(new Budget {
SysAdminUnitId = reader.GetColumnValue<Guid>("Id"),
Input1 = reader.GetColumnValue<double>("BpmInput1"),
Input2 = reader.GetColumnValue<double>("BpmInput2"),
Input3 = reader.GetColumnValue<double>("BpmInput3"),
Input4 = reader.GetColumnValue<double>("BpmInput4"),
Input5 = reader.GetColumnValue<double>("BpmInput5"),
Output1 = reader.GetColumnValue<double>("BpmOutput1"),
Output2 = reader.GetColumnValue<double>("BpmOutput2"),
Output3 = reader.GetColumnValue<double>("BpmOutput3"),
Output4 = reader.GetColumnValue<double>("BpmOutput4"),
Output5 = reader.GetColumnValue<double>("BpmOutput5"),
OutletId = reader.GetColumnValue<Guid>("Id"),
Input1Weight = reader.GetColumnValue<double>("BpmInput1Weight"),
Input2Weight = reader.GetColumnValue<double>("BpmInput2Weight"),
Input3Weight = reader.GetColumnValue<double>("BpmInput3Weight"),
Input4Weight = reader.GetColumnValue<double>("BpmInput4Weight"),
Input5Weight = reader.GetColumnValue<double>("BpmInput5Weight"),
Output1Weight = reader.GetColumnValue<double>("BpmOutput1Weight"),
Output2Weight = reader.GetColumnValue<double>("BpmOutput2Weight"),
Output3Weight = reader.GetColumnValue<double>("BpmOutput3Weight"),
Output4Weight = reader.GetColumnValue<double>("BpmOutput4Weight"),
Output5Weight = reader.GetColumnValue<double>("BpmOutput5Weight"),
Effectiveness = reader.GetColumnValue<double>("BpmEffectiveness")
});
}
}
}

```

```

}

//solver method
SolverContext solver_context = SolverContext.GetContext();
Microsoft.SolverFoundation.Services.Model model = solver_context.CreateModel();

Decision lyambda_input1 = new Decision(Domain.RealNonnegative, "lyambda_input1");
Decision lyambda_input2 = new Decision(Domain.RealNonnegative, "lyambda_input2");
Decision lyambda_input3 = new Decision(Domain.RealNonnegative, "lyambda_input3");
Decision lyambda_input4 = new Decision(Domain.RealNonnegative, "lyambda_input4");
Decision lyambda_input5 = new Decision(Domain.RealNonnegative, "lyambda_input5");
Decision lyambda_output1 = new Decision(Domain.RealNonnegative, "lyambda_output1");
Decision lyambda_output2 = new Decision(Domain.RealNonnegative, "lyambda_output2");
Decision lyambda_output3 = new Decision(Domain.RealNonnegative, "lyambda_output3");
Decision lyambda_output4 = new Decision(Domain.RealNonnegative, "lyambda_output4");
Decision lyambda_output5 = new Decision(Domain.RealNonnegative, "lyambda_output5");

model.AddDecisions(lyambda_input1, lyambda_input2, lyambda_input3, lyambda_input4,
lyambda_input5, lyambda_output1, lyambda_output2, lyambda_output3, lyambda_output4,
lyambda_output5);

model.AddConstraints("limits",
    0 <= lyambda_input1,
    0 <= lyambda_input2,
    0 <= lyambda_input3,
    0 <= lyambda_input4,
    0 <= lyambda_input5,
    0 <= lyambda_output1,
    0 <= lyambda_output2,
    0 <= lyambda_output3,
    0 <= lyambda_output4,
    0 <= lyambda_output5);

//for CCR, modif existed and modif myl
int i = 0;
foreach (var b in result) {
model.AddConstraints("production"+i,
// for modif my 1 with weights
//b.Output1Weight*b.Output1*lyambda_output1 + b.Output2Weight * b.Output2*lyambda_output2 +
b.Output3Weight* b.Output3*lyambda_output3 + b.Output4Weight * b.Output4 * lyambda_output4 +
b.Output5Weight * b.Output5 * lyambda_output5 - b.Input1Weight * b.Input1 * lyambda_input1 -
b.Input2Weight * b.Input2 * lyambda_input2 - b.Input3Weight * b.Input3 * lyambda_input3 -
b.Input4Weight * b.Input4 * lyambda_input4 - b.Input5Weight * b.Input5 * lyambda_input5 <=
0);
// for CCR without weights
b.Output1*lyambda_output1 + b.Output2*lyambda_output2 + b.Output3*lyambda_output3 + b.Output4
* lyambda_output4 + b.Output5 * lyambda_output5 - b.Input1 * lyambda_input1 - b.Input2 *
lyambda_input2 - b.Input3 * lyambda_input3 - b.Input4 * lyambda_input4 - b.Input5 *
lyambda_input5 <= 0);
i++;
}

//CCR
foreach(var a in result){

Goal goal = model.AddGoal("eff", GoalKind.Maximize,
    a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2*lyambda_output2 + a.Output3*lyambda_output3 +
a.Output4*lyambda_output4 + a.Output5*lyambda_output5);
Constraint constraint = model.AddConstraints("equal", a.Input1*lyambda_input1 +
a.Input2*lyambda_input2 + a.Input3*lyambda_input3 + a.Input4*lyambda_input4 +
a.Input5*lyambda_input5 == 1);
Microsoft.SolverFoundation.Services.Solution solution = solver_context.Solve(new
SimplexDirective());
Microsoft.SolverFoundation.Services.Report report = solution.GetReport();
double g = a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() + a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() +
a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() + a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() +
a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
var update = new Update(UserConnection, "BpmOutlets");
update.Set("BpmEffectiveness",
Column.Parameter(g)).Where("Id").IsEqual(Column.Parameter(a.OutletId));

```

```

update.Execute();
model.RemoveConstraint(constraint);
model.RemoveGoals(goal);
}
*/
//modif existed
/*
foreach(var a in result){

Goal goal = model.AddGoal("eff", GoalKind.Maximize,
    a.Effectiveness * (a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2*lyambda_output2 +
a.Output3*lyambda_output3 + a.Output4*lyambda_output4 + a.Output5*lyambda_output5));
    Constraint constraint = model.AddConstraints("equal", a.Effectiveness *
(a.Input1*lyambda_input1 + a.Input2*lyambda_input2 + a.Input3*lyambda_input3 +
a.Input4*lyambda_input4 + a.Input5*lyambda_input5) == 1);
    Constraint constraint2 = model.AddConstraints("equal2", a.Effectiveness *
(a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2*lyambda_output2 + a.Output3*lyambda_output3 +
a.Output4 * lyambda_output4 + a.Output5 * lyambda_output5 - a.Input1 * lyambda_input1 -
a.Input2 * lyambda_input2 - a.Input3 * lyambda_input3 - a.Input4 * lyambda_input4 - a.Input5
* lyambda_input5) <= 0);
    Microsoft.SolverFoundation.Services.Solution solution = solver_context.Solve(new
SimplexDirective());
    Microsoft.SolverFoundation.Services.Report report = solution.GetReport();
    double g = a.Effectiveness * (a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() +
a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() + a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() +
a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() + a.Output5*lyambda_output5.ToDouble());
    //double g = a.Effectiveness*a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() +
a.Effectiveness*a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() + a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() +
a.Output4 * lyambda_output4.ToDouble() + a.Output5 * lyambda_output5.ToDouble() -
a.Input1Weight * a.Input1 * lyambda_input1.ToDouble() - a.Input2Weight * a.Input2 *
lyambda_input2.ToDouble() - a.Input3 * lyambda_input3.ToDouble() - a.Input4 *
lyambda_input4.ToDouble() - a.Input5 * lyambda_input5.ToDouble();
    var update = new Update(UserConnection, "BpmOutlets");
    update.Set("BpmEffectiveness",
Column.Parameter(g)).Where("Id").IsEqual(Column.Parameter(a.OutletId));
    update.Execute();
    model.RemoveConstraint(constraint);
    model.RemoveConstraint(constraint2);
    model.RemoveGoals(goal);
}
*/

//modif my 1
/*
foreach(var a in result){

Goal goal = model.AddGoal("eff", GoalKind.Maximize,
    a.Output1Weight * a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2Weight * a.Output2*lyambda_output2 +
a.Output3Weight * a.Output3*lyambda_output3 + a.Output4Weight * a.Output4*lyambda_output4 +
a.Output5Weight * a.Output5*lyambda_output5);
    Constraint constraint = model.AddConstraints("equal", a.Input1Weight *
a.Input1*lyambda_input1 + a.Input2Weight * a.Input2*lyambda_input2 + a.Input3Weight *
a.Input3*lyambda_input3 + a.Input4Weight * a.Input4*lyambda_input4 + a.Input5Weight *
a.Input5*lyambda_input5 == 1);
    Microsoft.SolverFoundation.Services.Solution solution = solver_context.Solve(new
SimplexDirective());
    Microsoft.SolverFoundation.Services.Report report = solution.GetReport();
    double g = a.Output1Weight * a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() + a.Output2Weight *
a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() + a.Output3Weight *
a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() + a.Output4Weight *
a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() + a.Output5Weight *
a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
    var update = new Update(UserConnection, "BpmOutlets");
    update.Set("BpmEffectiveness",
Column.Parameter(g)).Where("Id").IsEqual(Column.Parameter(a.OutletId));
    update.Execute();
    model.RemoveConstraint(constraint);
    model.RemoveGoals(goal);
}
*/

```

```

// modif my 2
/*
int i = 0;
foreach (var b in result) {
i++;
}
foreach(var a in result){

Goal goal = model.AddGoal("eff", GoalKind.Maximize,
    a.Output1Weight * a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2Weight * a.Output2*lyambda_output2 +
a.Output3Weight * a.Output3*lyambda_output3 + a.Output4Weight * a.Output4*lyambda_output4 +
a.Output5Weight * a.Output5*lyambda_output5);
    Constraint constraint = model.AddConstraints("equal", a.Input1Weight *
a.Input1*lyambda_input1 + a.Input2Weight * a.Input2*lyambda_input2 + a.Input3Weight *
a.Input3*lyambda_input3 + a.Input4Weight * a.Input4*lyambda_input4 + a.Input5Weight *
a.Input5*lyambda_input5 == 1);

Constraint[] constraint2 = new Constraint[i];
int j = 0;
foreach (var b in result) {
//constraint2[j] = new Constraint();
constraint2[j] = model.AddConstraints("production"+j,
a.Output1Weight*b.Output1*lyambda_output1 + a.Output2Weight * b.Output2*lyambda_output2 +
a.Output3Weight* b.Output3*lyambda_output3 + a.Output4Weight * b.Output4 * lyambda_output4 +
a.Output5Weight * b.Output5 * lyambda_output5 - a.Input1Weight * b.Input1 * lyambda_input1 -
a.Input2Weight * b.Input2 * lyambda_input2 - a.Input3Weight * b.Input3 * lyambda_input3 -
a.Input4Weight * b.Input4 * lyambda_input4 - a.Input5Weight * b.Input5 * lyambda_input5 <=
0);
j++;
}

Microsoft.SolverFoundation.Services.Solution solution = solver_context.Solve(new
SimplexDirective());
Microsoft.SolverFoundation.Services.Report report = solution.GetReport();
double g = a.Output1Weight * a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() + a.Output2Weight *
a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() + a.Output3Weight *
a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() + a.Output4Weight *
a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() + a.Output5Weight *
a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
var update = new Update(UserConnection, "BpmOutlets");
update.Set("BpmEffectiveness",
Column.Parameter(g)).Where("Id").IsEqual(Column.Parameter(a.OutletId));
update.Execute();
model.RemoveConstraint(constraint);
model.RemoveGoals(goal);

j = 0;
foreach (var b in result) {
model.RemoveConstraint(constraint2[j]);
j++;
}
}

*/
/*
// modif my3
int i = 0;
foreach (var b in result) {
i++;
}

double Input1_max = result[0].Input1;
double Input2_max = result[0].Input2;
double Input3_max = result[0].Input3;
double Input4_max = result[0].Input4;
double Input5_max = result[0].Input5;
double Output1_max = result[0].Output1;
double Output2_max = result[0].Output2;
double Output3_max = result[0].Output3;

```

```

double Output4_max = result[0].Output4;
double Output5_max = result[0].Output5;
double Input1_min = result[0].Input1;
double Input2_min = result[0].Input2;
double Input3_min = result[0].Input3;
double Input4_min = result[0].Input4;
double Input5_min = result[0].Input5;
double Output1_min = result[0].Output1;
double Output2_min = result[0].Output2;
double Output3_min = result[0].Output3;
double Output4_min = result[0].Output4;
double Output5_min = result[0].Output5;
foreach(var a in result){
    if(a.Input1>Input1_max) {Input1_max = a.Input1;}
    if(a.Input2>Input2_max) {Input2_max = a.Input2;}
    if(a.Input3>Input3_max) {Input3_max = a.Input3;}
    if(a.Input4>Input4_max) {Input4_max = a.Input4;}
    if(a.Input5>Input5_max) {Input5_max = a.Input5;}
    if(a.Output1>Output1_max) {Output1_max = a.Output1;}
    if(a.Output2>Output2_max) {Output2_max = a.Output2;}
    if(a.Output3>Output3_max) {Output3_max = a.Output3;}
    if(a.Output4>Output4_max) {Output4_max = a.Output4;}
    if(a.Output5>Output5_max) {Output5_max = a.Output5;}
    if(a.Input1<Input1_min) {Input1_min = a.Input1;}
    if(a.Input2<Input2_min) {Input2_min = a.Input2;}
    if(a.Input3<Input3_min) {Input3_min = a.Input3;}
    if(a.Input4<Input4_min) {Input4_min = a.Input4;}
    if(a.Input5<Input5_min) {Input5_min = a.Input5;}
    if(a.Output1<Output1_min) {Output1_min = a.Output1;}
    if(a.Output2<Output2_min) {Output2_min = a.Output2;}
    if(a.Output3<Output3_min) {Output3_min = a.Output3;}
    if(a.Output4<Output4_min) {Output4_min = a.Output4;}
    if(a.Output5<Output5_min) {Output5_min = a.Output5;}
}

double Output1Weight = 0.0946;
double Output2Weight = 0.0535;
double Output3Weight = 0.2278;
double Output4Weight = 0.6241;
double Output5Weight = 0;
double Input1Weight = 0.2605;
double Input2Weight = 0.24;
double Input3Weight = 0.4995;
double Input4Weight = 0;
double Input5Weight = 0;

//for IDMU
Goal goal_IDMU = model.AddGoal("eff", GoalKind.Maximize,
// Output1_max*lyambda_output1 + Output2_max*lyambda_output2 + Output3_max*lyambda_output3 +
Output4_max*lyambda_output4 + Output5_max*lyambda_output5);
    Output1Weight*Output1_max*lyambda_output1 + Output2Weight*Output2_max*lyambda_output2 +
Output3Weight*Output3_max*lyambda_output3 + Output4Weight*Output4_max*lyambda_output4 +
Output5Weight*Output5_max*lyambda_output5);
    Constraint constraint_IDMU_equal = model.AddConstraints("equal",
Input1Weight*Input1_min*lyambda_input1 + Input2Weight*Input2_min*lyambda_input2 +
Input3Weight*Input3_min*lyambda_input3 + Input4Weight*Input4_min*lyambda_input4 +
Input5Weight*Input5_min*lyambda_input5 == 1);
Constraint[] constraint_IDMU = new Constraint[i];
int j = 0;
foreach (var b in result) {
    constraint_IDMU[j] = model.AddConstraints("production"+j,
//b.Output1*lyambda_output1 + b.Output2*lyambda_output2 + b.Output3*lyambda_output3 +
b.Output4 * lyambda_output4 + b.Output5 * lyambda_output5 - b.Input1 * lyambda_input1 -
b.Input2 * lyambda_input2 - b.Input3 * lyambda_input3 - b.Input4 * lyambda_input4 - b.Input5
* lyambda_input5 <= 0);
    Output1Weight*b.Output1*lyambda_output1 + Output2Weight*b.Output2*lyambda_output2 +
Output3Weight*b.Output3*lyambda_output3 + Output4Weight*b.Output4 * lyambda_output4 +
Output5Weight*b.Output5 * lyambda_output5 - Input1Weight*b.Input1 * lyambda_input1 -
Input2Weight*b.Input2 * lyambda_input2 - Input3Weight*b.Input3 * lyambda_input3 -
Input4Weight*b.Input4 * lyambda_input4 - Input5Weight*b.Input5 * lyambda_input5 <= 0);
}

```

```

j++;
}
Microsoft.SolverFoundation.Services.Solution solution_IDMU = solver_context.Solve(new
SimplexDirective());
Microsoft.SolverFoundation.Services.Report report_IDMU = solution_IDMU.GetReport();
//double IDMU = Output1_max*lyambda_output1.ToDouble() +
Output2_max*lyambda_output2.ToDouble() + Output3_max*lyambda_output3.ToDouble() +
Output4_max*lyambda_output4.ToDouble() + Output5_max*lyambda_output5.ToDouble();
double IDMU = Output1Weight* Output1_max*lyambda_output1.ToDouble() +
Output2Weight*Output2_max*lyambda_output2.ToDouble() +
Output3Weight*Output3_max*lyambda_output3.ToDouble() +
Output4Weight*Output4_max*lyambda_output4.ToDouble() +
Output5Weight*Output5_max*lyambda_output5.ToDouble();
model.RemoveConstraint(constraint_IDMU_equal);
model.RemoveGoals(goal_IDMU);
j = 0;
foreach (var b in result) {
model.RemoveConstraint(constraint_IDMU[j]);
j++;
}

//for ADMU
Goal goal_ADMU = model.AddGoal("eff", GoalKind.Minimize,
Output1_min*lyambda_output1 + Output2_min*lyambda_output2 + Output3_min*lyambda_output3 +
Output4_min*lyambda_output4 + Output5_min*lyambda_output5);
Constraint constraint_ADMU_equal = model.AddConstraints("equal", Input1_max*lyambda_input1
+ Input2_max*lyambda_input2 + Input3_max*lyambda_input3 + Input4_max*lyambda_input4 +
Input5_max*lyambda_input5 == 1);
Constraint[] constraint_ADMU = new Constraint[i];
j = 0;
foreach (var b in result) {
constraint_ADMU[j] = model.AddConstraints("production"+j,
b.Output1*lyambda_output1 + b.Output2*lyambda_output2 + b.Output3*lyambda_output3 + b.Output4
* lyambda_output4 + b.Output5 * lyambda_output5 - b.Input1 * lyambda_input1 - b.Input2 *
lyambda_input2 - b.Input3 * lyambda_input3 - b.Input4 * lyambda_input4 - b.Input5 *
lyambda_input5 >= 0);
j++;
}
Microsoft.SolverFoundation.Services.Solution solution_ADMU = solver_context.Solve(new
SimplexDirective());
Microsoft.SolverFoundation.Services.Report report_ADMU = solution_ADMU.GetReport();
double ADMU = Output1_min*lyambda_output1.ToDouble() + Output2_min*lyambda_output2.ToDouble()
+ Output3_min*lyambda_output3.ToDouble() + Output4_min*lyambda_output4.ToDouble() +
Output5_min*lyambda_output5.ToDouble();
model.RemoveConstraint(constraint_ADMU_equal);
model.RemoveGoals(goal_ADMU);
j = 0;
foreach (var b in result) {
model.RemoveConstraint(constraint_ADMU[j]);
j++;
}
var update2 = new Update(UserConnection, "BpmOutlets");
update2.Set("BpmEffectiveness",
Column.Parameter(ADMU)).Where("Id").IsEqual(Column.Parameter(result[1].OutletId));
update2.Execute();

/*
//for maximum DMU value
foreach(var a in result){
Goal goal_DMU_max = model.AddGoal("eff", GoalKind.Maximize,
// a.Output1Weight * a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2Weight * a.Output2*lyambda_output2
+ a.Output3Weight * a.Output3*lyambda_output3 + a.Output4Weight * a.Output4*lyambda_output4
+ a.Output5Weight * a.Output5*lyambda_output5);
a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2*lyambda_output2 + a.Output3*lyambda_output3 +
a.Output4*lyambda_output4 + a.Output5*lyambda_output5);
// Constraint constraint = model.AddConstraints("equal", a.Input1Weight *
a.Input1*lyambda_input1 + a.Input2Weight * a.Input2*lyambda_input2 + a.Input3Weight *
a.Input3*lyambda_input3 + a.Input4Weight * a.Input4*lyambda_input4 + a.Input5Weight *
a.Input5*lyambda_input5 == 1);

```

```

    Constraint constraint_DMU_max_equal = model.AddConstraints("equal", a.Input1*lyambda_input1
+   a.Input2*lyambda_input2 +   a.Input3*lyambda_input3 +   a.Input4*lyambda_input4 +
a.Input5*lyambda_input5 == 1);
    Constraint constraint_DMU_max_equal_IDMU = model.AddConstraints("equal_IDMU",
(Output1_max*lyambda_output1 + Output2_max*lyambda_output2 + Output3_max*lyambda_output3 +
Output4_max*lyambda_output4 +   Output5_max*lyambda_output5) - IDMU *
(Input1_min*lyambda_input1 + Input2_min*lyambda_input2 + Input3_min*lyambda_input3 +
Input4_min*lyambda_input4 + Input5_min*lyambda_input5) == 0);
    Constraint[] constraint_DMU_max = new Constraint[i];
    j = 0;
    foreach (var b in result) {
        constraint_DMU_max[j] = model.AddConstraints("production"+j,
//a.Output1Weight*b.Output1*lyambda_output1 + a.Output2Weight * b.Output2*lyambda_output2 +
a.Output3Weight* b.Output3*lyambda_output3 + a.Output4Weight * b.Output4 * lyambda_output4 +
a.Output5Weight * b.Output5 * lyambda_output5 - a.Input1Weight * b.Input1 * lyambda_input1 -
a.Input2Weight * b.Input2 * lyambda_input2 - a.Input3Weight * b.Input3 * lyambda_input3 -
a.Input4Weight * b.Input4 * lyambda_input4 - a.Input5Weight * b.Input5 * lyambda_input5 <=
0);
        (b.Output1*lyambda_output1 + b.Output2*lyambda_output2 + b.Output3*lyambda_output3 +
b.Output4 * lyambda_output4 + b.Output5 * lyambda_output5) - (b.Input1 * lyambda_input1 -
b.Input2 * lyambda_input2 - b.Input3 * lyambda_input3 - b.Input4 * lyambda_input4 - b.Input5
* lyambda_input5) <= 0);
        j++;
    }
    Microsoft.SolverFoundation.Services.Solution solution = solver_context.Solve(new
SimplexDirective());
    Microsoft.SolverFoundation.Services.Report report = solution.GetReport();
    //a.Effectiveness = a.Output1Weight * a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() + a.Output2Weight
*
a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() + a.Output3Weight *
a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() + a.Output4Weight *
a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() + a.Output5Weight *
a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
    a.Effectiveness = a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() +
a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() + a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() +
a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() + a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
    model.RemoveConstraint(constraint_DMU_max_equal);
    model.RemoveConstraint(constraint_DMU_max_equal_IDMU);
    model.RemoveGoals(goal_DMU_max);
    j = 0;
    foreach (var b in result) {
        model.RemoveConstraint(constraint_DMU_max[j]);
        j++;
    }
    var update5 = new Update(UserConnection, "BpmOutlets");
    update5.Set("BpmEffectiveness",
Column.Parameter(a.Effectiveness)).Where("Id").IsEqual(Column.Parameter(a.OutletId));
    update5.Execute();
}

//for minimum DMU value
foreach(var a in result){
    Goal goal_DMU_min = model.AddGoal("eff", GoalKind.Minimize,
// a.Output1Weight * a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2Weight * a.Output2*lyambda_output2
+ a.Output3Weight * a.Output3*lyambda_output3 + a.Output4Weight * a.Output4*lyambda_output4
+ a.Output5Weight * a.Output5*lyambda_output5);
    a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2*lyambda_output2 + a.Output3*lyambda_output3 +
a.Output4*lyambda_output4 + a.Output5*lyambda_output5);
    // Constraint constraint = model.AddConstraints("equal", a.Input1Weight *
a.Input1*lyambda_input1 + a.Input2Weight * a.Input2*lyambda_input2 + a.Input3Weight *
a.Input3*lyambda_input3 + a.Input4Weight * a.Input4*lyambda_input4 + a.Input5Weight *
a.Input5*lyambda_input5 == 1);
    Constraint constraint_DMU_min_equal = model.AddConstraints("equal", a.Input1*lyambda_input1
+ a.Input2*lyambda_input2 + a.Input3*lyambda_input3 + a.Input4*lyambda_input4 +
a.Input5*lyambda_input5 == 1);
    Constraint constraint_DMU_min_equal_IDMU = model.AddConstraints("equal_IDMU",
(Output1_min*lyambda_output1 + Output2_min*lyambda_output2 + Output3_min*lyambda_output3 +
Output4_min*lyambda_output4 +   Output5_min*lyambda_output5) - ADMU *
(Input1_max*lyambda_input1 + Input2_max*lyambda_input2 + Input3_max*lyambda_input3 +
Input4_max*lyambda_input4 + Input5_max*lyambda_input5) == 0);
    Constraint[] constraint_DMU_min = new Constraint[i];

```

```

j = 0;
foreach (var b in result) {
    constraint_DMU_min[j] = model.AddConstraints("production"+j,
    //a.Output1Weight*b.Output1*lyambda_output1 + a.Output2Weight * b.Output2*lyambda_output2 +
    a.Output3Weight* b.Output3*lyambda_output3 + a.Output4Weight * b.Output4 * lyambda_output4 +
    a.Output5Weight * b.Output5 * lyambda_output5 - a.Input1Weight * b.Input1 * lyambda_input1 -
    a.Input2Weight * b.Input2 * lyambda_input2 - a.Input3Weight * b.Input3 * lyambda_input3 -
    a.Input4Weight * b.Input4 * lyambda_input4 - a.Input5Weight * b.Input5 * lyambda_input5 <=
    0);
    (b.Output1*lyambda_output1 + b.Output2*lyambda_output2 + b.Output3*lyambda_output3 +
    b.Output4 * lyambda_output4 + b.Output5 * lyambda_output5) - (b.Input1 * lyambda_input1 -
    b.Input2 * lyambda_input2 - b.Input3 * lyambda_input3 - b.Input4 * lyambda_input4 - b.Input5
    * lyambda_input5) >= 0);
    j++;
}
Microsoft.SolverFoundation.Services.Solution solution = solver_context.Solve(new
SimplexDirective());
Microsoft.SolverFoundation.Services.Report report = solution.GetReport();
//double g = a.Output1Weight * a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() + a.Output2Weight *
a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() + a.Output3Weight *
a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() + a.Output4Weight *
a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() + a.Output5Weight *
a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
double g = a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() + a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() +
a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() + a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() +
a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
a.Effectiveness = 100*(g - ADMU) / ((g - ADMU) + (IDMU - a.Effectiveness));
model.RemoveConstraint(constraint_DMU_min_equal);
model.RemoveConstraint(constraint_DMU_min_equal_IDMU);
model.RemoveGoals(goal_DMU_min);
j = 0;
foreach (var b in result) {
    model.RemoveConstraint(constraint_DMU_min[j]);
    j++;
}
var update = new Update(UserConnection, "BpmOutlets");
update.Set("BpmEffectiveness",
Column.Parameter(a.Effectiveness)).Where("Id").IsEqual(Column.Parameter(a.OutletId));
update.Execute();
}
*/
/*
//version 2
//for maximum DMU value
foreach(var a in result){
    Goal goal_DMU_max = model.AddGoal("eff", GoalKind.Maximize,
    a.Output1Weight * a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2Weight * a.Output2*lyambda_output2 +
    a.Output3Weight * a.Output3*lyambda_output3 + a.Output4Weight * a.Output4*lyambda_output4 +
    a.Output5Weight * a.Output5*lyambda_output5);
    // a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2*lyambda_output2 + a.Output3*lyambda_output3 +
    a.Output4*lyambda_output4 + a.Output5*lyambda_output5);
    // Output1Weight*a.Output1*lyambda_output1 + Output2Weight*a.Output2*lyambda_output2 +
    Output3Weight*a.Output3*lyambda_output3 + Output4Weight*a.Output4*lyambda_output4 +
    Output5Weight*a.Output5*lyambda_output5);
    // Constraint constraint = model.AddConstraints("equal", a.Input1Weight *
    a.Input1*lyambda_input1 + a.Input2Weight * a.Input2*lyambda_input2 + a.Input3Weight *
    a.Input3*lyambda_input3 + a.Input4Weight * a.Input4*lyambda_input4 + a.Input5Weight *
    a.Input5*lyambda_input5 == 1);
    Constraint constraint_DMU_max_equal = model.AddConstraints("equal",
    a.Input1Weight * a.Input1*lyambda_input1 + a.Input2Weight * a.Input2*lyambda_input2 +
    a.Input3Weight * a.Input3*lyambda_input3 + a.Input4Weight * a.Input4*lyambda_input4 +
    a.Input5Weight * a.Input5*lyambda_input5 == 1);
    // Input1Weight*a.Input1*lyambda_input1 + Input2Weight*a.Input2*lyambda_input2 +
    Input3Weight*a.Input3*lyambda_input3 + Input4Weight*a.Input4*lyambda_input4 +
    Input5Weight*a.Input5*lyambda_input5 == 1);
    Constraint constraint_DMU_max_equal_IDMU = model.AddConstraints("equal_IDMU",
    //(Output1_max*lyambda_output1 + Output2_max*lyambda_output2 + Output3_max*lyambda_output3 +
    Output4_max*lyambda_output4 + Output5_max*lyambda_output5) - IDMU *
    (Input1_min*lyambda_input1 + Input2_min*lyambda_input2 + Input3_min*lyambda_input3 +
    Input4_min*lyambda_input4 + Input5_min*lyambda_input5) == 0);

```



```

(Output1Weight*Output1_max*lyambda_output1 + Output2Weight*Output2_max*lyambda_output2 +
Output3Weight*Output3_max*lyambda_output3 + Output4Weight*Output4_max*lyambda_output4 +
Output5Weight*Output5_max*lyambda_output5) - IDMU * (Input1Weight*Input1_min*lyambda_input1
+ Input2Weight*Input2_min*lyambda_input2 + Input3Weight*Input3_min*lyambda_input3 +
Input4Weight*Input4_min*lyambda_input4 + Input5Weight*Input5_min*lyambda_input5) == 0);

Constraint[] constraint_DMU_max = new Constraint[i];
j = 0;
foreach (var b in result) {
constraint_DMU_max[j] = model.AddConstraints("production"+j,
a.Output1Weight*b.Output1*lyambda_output1 + a.Output2Weight * b.Output2*lyambda_output2 +
a.Output3Weight* b.Output3*lyambda_output3 + a.Output4Weight * b.Output4 * lyambda_output4 +
a.Output5Weight * b.Output5 * lyambda_output5 - a.Input1Weight * b.Input1 * lyambda_input1 -
a.Input2Weight * b.Input2 * lyambda_input2 - a.Input3Weight * b.Input3 * lyambda_input3 -
a.Input4Weight * b.Input4 * lyambda_input4 - a.Input5Weight * b.Input5 * lyambda_input5 <=
0);
//b.Output1*lyambda_output1 + b.Output2*lyambda_output2 + b.Output3*lyambda_output3 +
b.Output4 * lyambda_output4 + b.Output5 * lyambda_output5 - b.Input1 * lyambda_input1 -
b.Input2 * lyambda_input2 - b.Input3 * lyambda_input3 - b.Input4 * lyambda_input4 - b.Input5
* lyambda_input5 <= 0);
//Output1Weight*b.Output1*lyambda_output1 + Output2Weight*b.Output2*lyambda_output2 +
Output3Weight*b.Output3*lyambda_output3 + Output4Weight*b.Output4 * lyambda_output4 +
Output5Weight*b.Output5 * lyambda_output5 - Input1Weight*b.Input1 * lyambda_input1 -
Input2Weight*b.Input2 * lyambda_input2 - Input3Weight*b.Input3 * lyambda_input3 -
Input4Weight*b.Input4 * lyambda_input4 - Input5Weight*b.Input5 * lyambda_input5 <= 0);
j++;
}
Microsoft.SolverFoundation.Services.Solution solution = solver_context.Solve(new
SimplexDirective());
Microsoft.SolverFoundation.Services.Report report = solution.GetReport();
double g1 = a.Output1Weight * a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() + a.Output2Weight *
a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() + a.Output3Weight *
a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() + a.Output4Weight *
a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() + a.Output5Weight *
a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
//double g1 = a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() + a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() +
a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() + a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() +
a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
//double g1 = Output1Weight*a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() +
Output2Weight*a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() +
Output3Weight*a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() +
Output4Weight*a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() +
Output5Weight*a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
model.RemoveConstraint(constraint_DMU_max_equal);
model.RemoveConstraint(constraint_DMU_max_equal_IDMU);
model.RemoveGoals(goal_DMU_max);
j = 0;
foreach (var b in result) {
model.RemoveConstraint(constraint_DMU_max[j]);
j++;
}

//for minimum DMU value
Goal goal_DMU_min = model.AddGoal("eff2", GoalKind.Minimize,
a.Output1Weight * a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2Weight * a.Output2*lyambda_output2 +
a.Output3Weight * a.Output3*lyambda_output3 + a.Output4Weight * a.Output4*lyambda_output4 +
a.Output5Weight * a.Output5*lyambda_output5);
// a.Output1*lyambda_output1 + a.Output2*lyambda_output2 + a.Output3*lyambda_output3 +
a.Output4*lyambda_output4 + a.Output5*lyambda_output5);
// Output1Weight*a.Output1*lyambda_output1 + Output2Weight*a.Output2*lyambda_output2 +
Output3Weight*a.Output3*lyambda_output3 + Output4Weight*a.Output4*lyambda_output4 +
Output5Weight*a.Output5*lyambda_output5);
// Constraint constraint = model.AddConstraints("equal", a.Input1Weight *
a.Input1*lyambda_input1 + a.Input2Weight * a.Input2*lyambda_input2 + a.Input3Weight *
a.Input3*lyambda_input3 + a.Input4Weight * a.Input4*lyambda_input4 + a.Input5Weight *
a.Input5*lyambda_input5 == 1);
Constraint constraint_DMU_min_equal = model.AddConstraints("equal",
a.Input1Weight * a.Input1*lyambda_input1 + a.Input2Weight * a.Input2*lyambda_input2 +
a.Input3Weight * a.Input3*lyambda_input3 + a.Input4Weight * a.Input4*lyambda_input4 +
a.Input5Weight * a.Input5*lyambda_input5 == 1);

```

```

// a.Input1*lyambda_input1 + a.Input2*lyambda_input2 + a.Input3*lyambda_input3 +
a.Input4*lyambda_input4 + a.Input5*lyambda_input5 == 1);
//Input1Weight*a.Input1*lyambda_input1 + Input2Weight*a.Input2*lyambda_input2 +
Input3Weight*a.Input3*lyambda_input3 + Input4Weight*a.Input4*lyambda_input4 +
Input5Weight*a.Input5*lyambda_input5 == 1);
Constraint[] constraint_DMU_min = new Constraint[i];
j = 0;
foreach (var b in result) {
constraint_DMU_min[j] = model.AddConstraints("production"+j,
a.Output1Weight*b.Output1*lyambda_output1 + a.Output2Weight * b.Output2*lyambda_output2 +
a.Output3Weight* b.Output3*lyambda_output3 + a.Output4Weight * b.Output4 * lyambda_output4 +
a.Output5Weight * b.Output5 * lyambda_output5 - a.Input1Weight * b.Input1 * lyambda_input1 -
a.Input2Weight * b.Input2 * lyambda_input2 - a.Input3Weight * b.Input3 * lyambda_input3 -
a.Input4Weight * b.Input4 * lyambda_input4 - a.Input5Weight * b.Input5 * lyambda_input5 >=
0);
//b.Output1*lyambda_output1 + b.Output2*lyambda_output2 + b.Output3*lyambda_output3 +
b.Output4 * lyambda_output4 + b.Output5 * lyambda_output5 - b.Input1 * lyambda_input1 -
b.Input2 * lyambda_input2 - b.Input3 * lyambda_input3 - b.Input4 * lyambda_input4 - b.Input5
* lyambda_input5 >= 0);
//Output1Weight*b.Output1*lyambda_output1 + Output2Weight*b.Output2*lyambda_output2 +
Output3Weight*b.Output3*lyambda_output3 + Output4Weight*b.Output4 * lyambda_output4 +
Output5Weight*b.Output5 * lyambda_output5 - Input1Weight*b.Input1 * lyambda_input1 -
Input2Weight*b.Input2 * lyambda_input2 - Input3Weight*b.Input3 * lyambda_input3 -
Input4Weight*b.Input4 * lyambda_input4 - Input5Weight*b.Input5 * lyambda_input5 >= 0);
j++;
}
Microsoft.SolverFoundation.Services.Solution solution1 = solver_context.Solve(new
SimplexDirective());
Microsoft.SolverFoundation.Services.Report report1 = solution1.GetReport();
double g = a.Output1Weight * a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() + a.Output2Weight *
a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() + a.Output3Weight *
a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() + a.Output4Weight *
a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() + a.Output5Weight *
a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
//double g = a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() + a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() +
a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() + a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() +
a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
//double g = Output1Weight*a.Output1*lyambda_output1.ToDouble() +
Output2Weight*a.Output2*lyambda_output2.ToDouble() +
Output3Weight*a.Output3*lyambda_output3.ToDouble() +
Output4Weight*a.Output4*lyambda_output4.ToDouble() +
Output5Weight*a.Output5*lyambda_output5.ToDouble();
//ADMU = 0;
double RC = 1000*(g - ADMU) / ((g - ADMU) + (IDMU - g1));
//double RC = 100*(g - ADMU);
model.RemoveConstraint(constraint_DMU_min_equal);
//model.RemoveConstraint(constraint_DMU_min_equal_ADMU);
model.RemoveGoals(goal_DMU_min);
j = 0;
foreach (var b in result) {
model.RemoveConstraint(constraint_DMU_min[j]);
j++;
}
var update = new Update(UserConnection, "BpmOutlets");
update.Set("BpmEffectiveness",
Column.Parameter(RC)).Where("Id").IsEqual(Column.Parameter(a.OutletId));
update.Execute();
}
*/
return true;
}

public override void ThrowEvent(ProcessExecutingContext context, string message) {
base.ThrowEvent(context, message);
}

public override void WritePropertiesData(DataWriter writer, bool writeFlowElements = true) {
if (Status == Core.Process.ProcessStatus.Inactive) {
return;
}
}

```

```
writer.WriteStartObject(Name);
base.WritePropertiesData(writer, writeFlowElements);
WritePropertyValues(writer, false);
writer.WriteFinishObject();
}

public override object CloneShallow() {
var cloneItem = (BpmProcessEffAss)base.CloneShallow();
cloneItem.ExecutedEventHandler = ExecutedEventHandler;
return cloneItem;
}

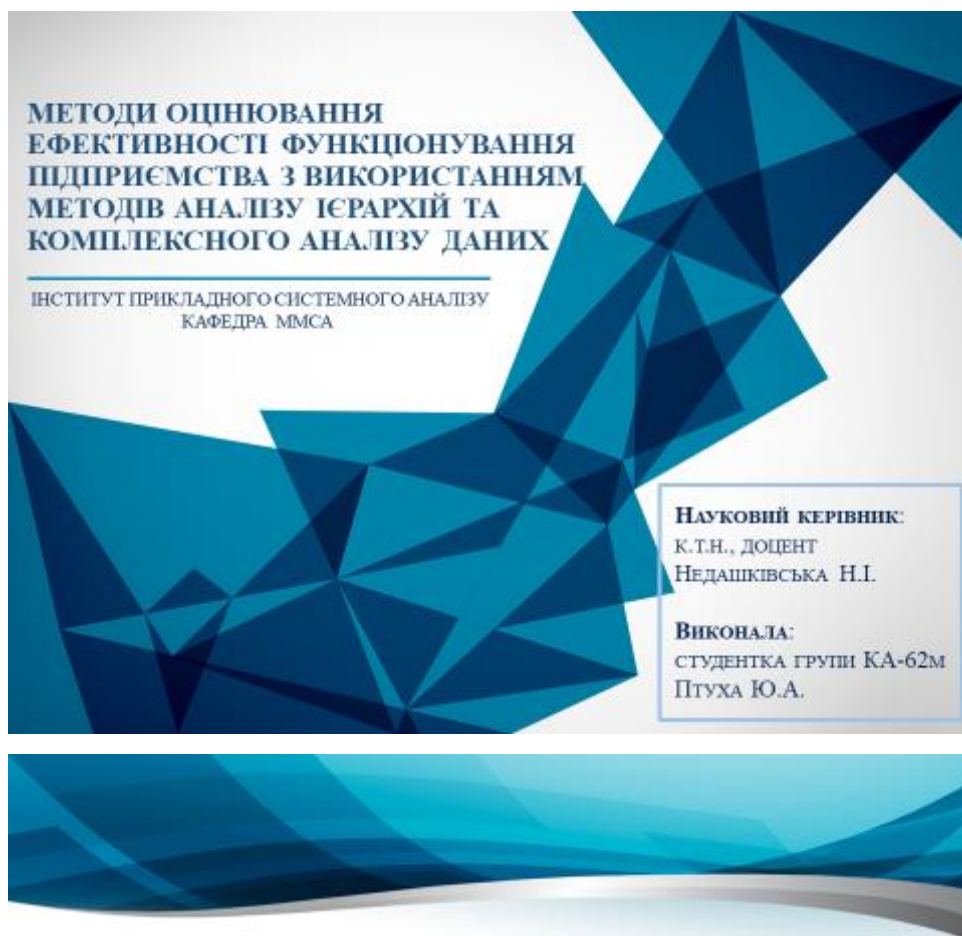
#endregion

}

#endregion

}
```

ДОДАТОК Б ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДОПОВІДІ



- ❖ **Мета роботи** - застосування інформаційних технологій та модифікацій методів аналізу ієрархій та комплексного аналізу даних та для визначення оцінки ефективності функціонування підприємства.
- ❖ **Об'єкт дослідження** – ефективність функціонування підприємства, бізнес-процеси на підприємстві.
- ❖ **Предмет дослідження** – методи аналізу ієрархій та комплексного аналізу даних.

Актуальність напрямку дослідження

Актуальність даної роботи полягає в необхідності легко оцінити ефективність функціонування підприємства, приймаючи до уваги різноманітні критерії, що можуть бути характерні для заданої групи підприємств та мати різні ваги впливу.



Постановка задачі

- 1 Розглянути базові моделі оцінки ефективності функціонування підприємства та їх модифікації.....●
- 2 Проаналізувати переваги та недоліки їх застосування.....●
- 3 Розробити власну модифікацію методів та перевірити її застосування до розв'язку задач.....●
- 4 Розробити програмні модулі для знаходження оцінки ефективності функціонування підприємства.....●

Метод аналізу ієрархій

Основні етапи методу:

1. Представлення задачі прийняття рішень у вигляді ієрархії;
2. Парні порівняння елементів одного рівня ієрархії відносно елемента вищого рівня;
3. Розрахунок локальних ваг елементів одного рівня ієрархії відносно елемента вищого рівня;
4. Оцінювання рівня узгодженості експертних оцінок;
5. Розрахунок глобальних ваг елементів ієрархії.

Метод аналізу ієрархій

Оцінювання і підтвердження узгодженості експертної інформації

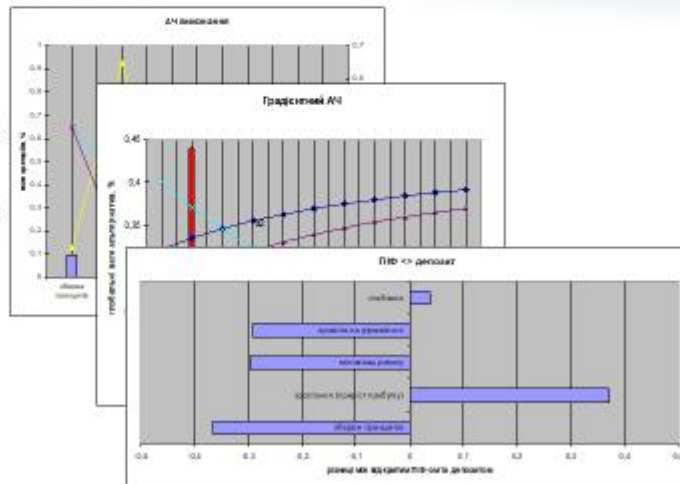
Методи знаходження викидів в МПП

1. Обчислення індексу узгодженості для укороченої МПП.
2. Розрахунок кореляції між рядками і стовпчиками МПП.
3. Критерій Хі-квадрат.
4. Аналіз транзитивностей.
5. Метод потоків.

Метод аналізу ієрархій

Методи аналізу чутливості:

1. АЧ виконання;
2. Градієнтний АЧ;
3. Динамічний АЧ;
4. Різницьовий АЧ.



Метод аналізу ієрархій

Структура ієрархії:

Дано:

- $A = \{a_i \mid i = 1, \dots, n\}$ - множина альтернативних варіантів рішень;
- $C = \{C_j \mid j = 1, \dots, m\}$ - множина критеріїв (цілей);
- $W^C = \{w_j^C\}$, w_j^C - вага критерію C_j , $\sum_{j=1}^m w_j^C = 1$;
- $W = \{w_{ij}\}$, w_{ij} - вага a_i відносно C_j ;
- $W^{глоб} = \{w_i^{глоб}\}$, $w_i^{глоб}$ - глобальна вага альтернативи a_i ;

Поняття ефективності підприємства

«**Ефективність** - це найбільш загальне, що визначає властивість будь-якої цілеспрямованої діяльності, яка з пізнавальної точки зору розкривається через категорію мети і об'єктивно виражається ступенем досягнення мети з урахуванням витрат ресурсів і часу».

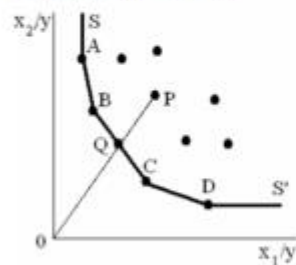
С.Н. Яшин і Е.Н. Пузов в своїй праці виділяють наступні **показники** поняття «ефективність»:

- ефективність у вигляді відносної величини (цільова або ресурсна), яка включає в себе всі види рентабельності;
- ефективність, яка обчислюється за абсолютними показниками (прибутковий метод);
- ефективність, яка визначається прибутковими методами, проте розраховується як відносний показник;
- ефективність в якості індивідуального набору фінансових і нефінансових показників підприємства.

Метод комплексного аналізу даних (DEA)

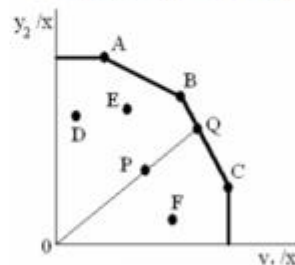
Основна ідея методу на прикладі процесу виробництва:

Орієнтація на вхід



$$TE_P = \frac{OQ}{OP}$$

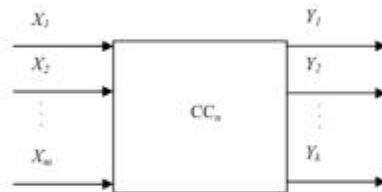
Орієнтація на вихід



$$TE_P = \frac{OP}{OQ}$$

Метод комплексного аналізу даних (DEA)

Загальна структура методу:



$$f = \frac{u_1 \cdot Y_1 + u_2 \cdot Y_2 + \dots + u_k \cdot Y_k}{v_1 \cdot X_1 + v_2 \cdot X_2 + \dots + v_m \cdot X_m}.$$

$$f_u = \max_{u_n, v_m \in G} \frac{u_{1n} \cdot Y_{1n} + u_{2n} \cdot Y_{2n} + u_{3n} \cdot Y_{3n} + \dots + u_{kn} \cdot Y_{kn}}{v_{1n} \cdot X_{1n} + v_{2n} \cdot X_{2n} + v_{3n} \cdot X_{3n} + \dots + v_{mn} \cdot X_{mn}}.$$

$$\begin{cases} \frac{u_{11} \cdot Y_{11} + u_{21} \cdot Y_{21} + u_{31} \cdot Y_{31} + \dots + u_{k1} \cdot Y_{k1}}{v_{11} \cdot X_{11} + v_{21} \cdot X_{21} + v_{31} \cdot X_{31} + \dots + v_{m1} \cdot X_{m1}} \leq 1, \\ \frac{u_{12} \cdot Y_{12} + u_{22} \cdot Y_{22} + u_{32} \cdot Y_{32} + \dots + u_{k2} \cdot Y_{k2}}{v_{12} \cdot X_{12} + v_{22} \cdot X_{22} + v_{32} \cdot X_{32} + \dots + v_{m2} \cdot X_{m2}} \leq 1, \\ \dots \dots \dots \\ \frac{u_{1n} \cdot Y_{1n} + u_{2n} \cdot Y_{2n} + u_{3n} \cdot Y_{3n} + \dots + u_{kn} \cdot Y_{kn}}{v_{1n} \cdot X_{1n} + v_{2n} \cdot X_{2n} + v_{3n} \cdot X_{3n} + \dots + v_{mn} \cdot X_{mn}} \leq 1, \\ u_{in} \geq 0; v_{jn} \geq 0, \\ i = \{1, 2, \dots, k\}; j = \{1, 2, \dots, m\}; n = \{1, 2, \dots, N\}. \end{cases}$$

Метод комплексного аналізу даних (DEA)

Загальна структура методу:

CCR-модель

$$\begin{aligned} f_k &= \sum_j \lambda_j^1 y_j^k \rightarrow \max \\ \sum_j \lambda_{jk}^1 y_j^k - \sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k &\leq 0 \text{ for } k = 1, n \\ \sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k &= 1 \\ \lambda_{ik}, \lambda_{jk} &> 0 \text{ for } i = 1, m, j = 1, s \end{aligned}$$

Орієнтація на входи BCC

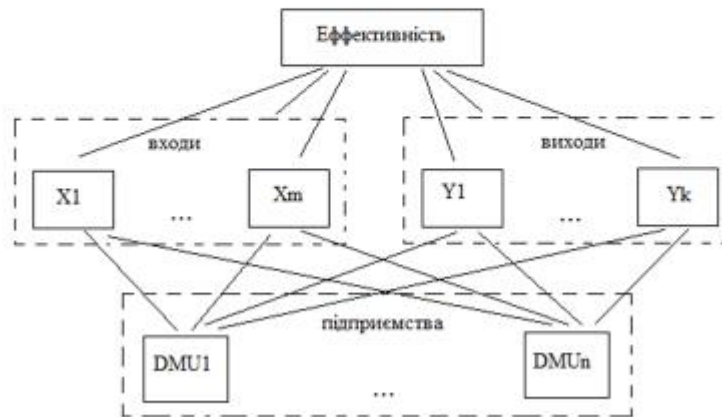
$$\begin{aligned} f_k &= \sum_j \lambda_{jk} y_j^k + M \rightarrow \max \\ \sum_j \lambda_{jk} y_j^k - \sum_i \lambda_{ik} x_i^k + M &\leq 0 \text{ for } k = 1, n \\ \sum_i \lambda_{ik} x_i^k &= 1 \\ \lambda_{ik}, \lambda_{jk} &> 0 \text{ for } i = 1, m, j = 1, s \end{aligned}$$

Орієнтація на виходи BCC

$$\begin{aligned} f_k &= \sum_i \lambda_{ik} x_i^k + M \rightarrow \min \\ \sum_j \lambda_{jk} y_j^k - \sum_i \lambda_{ik} x_i^k - M &\leq 0 \text{ for } k = 1, n \\ \sum_j \lambda_{jk} y_j^k &= 1 \\ \lambda_{ik}, \lambda_{jk} &> 0 \text{ for } i = 1, m, j = 1, s \end{aligned}$$

Модифікації методів

Структура ієрархії:



Модифікації методів

Постановка задачі для аналізу методом MAI:

Дано:

- $A = \{a_i \mid i = 1, \dots, n\}$ – множина підприємств, які включаємо до порівняння;
- $C = \{C_j \mid j = 1, \dots, m\}$ – множина критеріїв (входів та виходів), за якими визначається головна ціль – оцінка ефективності;

$$- W^C = \{w_j^C\}, w_j^C - \text{вага критерію } C_j, \sum_{j=1}^m w_j^C = 1.$$

$$- W = \{w_\theta\}, w_\theta - \text{вага } a_i \text{ відносно } C_j.$$

Потрібно:

- знайти $W^{\text{глоб}} = \{w_i^{\text{глоб}}\}, w_i^{\text{глоб}}$ – глобальну вагу підприємства a_i , тобто деяку оцінку ефективності даного підприємства для співвідношення з іншими.

Модифікації методів

Порівняння результатів застосування DEA та MAI:

№ №	Компанія	Рентабельность	Темп прироста	Синтези- рованные оценки MAI	Значения DEA- оценки	Норми- рованная DEA- оценка	Отклоне- ния
		0,6	0,4				
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	МОЭСК	0,0863	0,0929	0,0889	0,7562	0,1154	0,0265
2.	"Татэнерго"	0,0501	0,0657	0,0564	0,6135	0,0936	0,0373
3.	ОГК-1	0,2457	0,0313	0,1599	0,9346	0,1426	-0,0173
4.	"Иркутскэнерго"	0,1492	0,2732	0,1988	1,0000	0,1526	-0,0462
5.	ОГК-4	0,3362	0,0513	0,2223	1,0000	0,1526	-0,0697
6.	ТГК-10	0,0876	0,0240	0,0622	0,6986	0,1066	0,0445
7.	"Ленэнерго"	0,0320	0,0990	0,0588	0,5499	0,0839	0,0251
8.	ТГК-6	0,0128	0,3626	0,1528	1,0000	0,1526	-0,0001

Модифікації методів

Перша модифікація методів DEA та MAI, її переваги та недоліки:

1. Розв'язок стандартної задачі CCR-моделі для підприємства А:

$$E_{aa} = \sum_j \lambda_{jk}^1 y_j^k \rightarrow \max,$$

$$\sum_j \lambda_{jk}^1 y_j^k - \sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k \leq 0 \text{ for } k = 1, n,$$

$$\sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k = 1, \lambda_{ik}, \lambda_{jk} > 0 \text{ for } i = 1, m, j = 1, s$$

2. Для підприємства В враховуємо знайдене значення в попередній задачі:

$$E_{ba} = \sum_j \lambda_{jk}^1 y_j^k \rightarrow \max,$$

$$\sum_j \lambda_{jk}^1 y_j^k - E_{aa} \sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k \leq 0 \text{ for } k = 1, n,$$

$$\sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k = 1, \lambda_{ik}, \lambda_{jk} > 0 \text{ for } i = 1, m, j = 1, s$$

3. Аналогічно знаходяться значення E_{bb} та E_{ab} .

4. Розраховуємо відносну ефективність за формулою MAI:

$$\alpha_{jk} = \frac{E_{jj} + E_{jk}}{E_{kk} + E_{kj}}$$

5. Будуємо відповідну МПП та знаходимо ваги кожного підприємства.

+ не потребує експертних оцінок та зберігає ранжування підприємств як в методі DEA.
- дуже згладжує отримані оцінки ефективності.

Модифікації методів

Друга модифікація методів DEA та MAI, її переваги та недоліки:

На основі модифікованої CCR-моделі:

$$\begin{aligned} f_k &= \sum_j \lambda_{jk}^1 y_j^k \varphi_k \rightarrow \max, \\ \sum_j \lambda_{jk}^1 y_j^k e_j^k - \sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k e_i^k &\leq 0 \text{ for } k = 1, n \\ \sum_j \lambda_{jk}^1 y_j^k \phi_j^k - \sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k \phi_i^k &\leq 0, \\ \sum_i \lambda_{ik}^2 x_i^k \varphi_k &= 1, \\ \lambda_{ik}, \lambda_{jk} &> 0 \text{ for } i = 1, m, j = 1, s \end{aligned}$$

де φ^k – глобальна вага підприємства k , знайдена за методом MAI,
 e_j^k, e_i^k – локальні ваги підприємства k відносно критеріїв j та i
 відповідно.

+ надає детальніші результати оцінки ефективності порівняно з DEA.
 - для побудови такої задачі необхідно залучати експертів для побудови $m+s+1$ МПП та має велику залежність від отриманих експертами значень.

Запропонована модифікація методів

IDMU - це віртуальний DMU, який може використовувати мінімальні входи та отримувати максимальні виходи.

ADMU - це DMU, який споживає максимальні входи, але отримує мінімальні виходи.

$$\begin{aligned} x_i^{\min} &= \min_j \{x_{ij}\}, x_i^{\max} = \max_j \{x_{ij}\} & \theta_{IDMU} &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\min}} \\ y_r^{\min} &= \min_j \{y_{rj}\}, y_r^{\max} = \max_j \{y_{rj}\} & \theta_{ADMU} &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\max}} \\ \theta_{IDMU} &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\min}} \rightarrow \max & \varphi_{ADMU} &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\max}} \rightarrow \min \\ \theta_j &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\min}} \leq 1, \forall j & \varphi_j &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\min}} \geq 1, \forall j \\ u_i, v_r &> 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s & u_i, v_r &> 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s \end{aligned}$$

Нехай θ_{IDMU}^* та φ_{ADMU}^* - розв'язки задач при оптимальних значеннях.

Запропонована модифікація методів

$$\theta_{j0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj0}^{\square}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}^{\square}} \rightarrow \max$$

$$\theta^*_{IDMU} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\min}}$$

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^{\square}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^{\square}} \leq 1, \forall j$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s$$

$$\varphi_{j0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj0}^{\square}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}^{\square}} \rightarrow \min$$

$$\varphi^*_{ADMU} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\max}}$$

$$\varphi_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^{\square}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^{\square}} \geq 1, \forall j$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s$$

Тоді індекс відносної близькості (RC) визначатимемо:

$$RC_{j0} = \frac{\varphi_{j0} - \varphi^*_{ADMU}}{(\varphi_{j0} - \varphi^*_{ADMU}) + (\theta^*_{IDMU} - \theta_{j0})}$$

Запропонована модифікація методів

Нехай e_i^l, e_r^r – ваги відповідно критеріїв входів i та виходів r . При цьому знайдені значення такі, що $\sum_{i=1}^m e^i = 1, \sum_{r=1}^s e^r = 1$.

Тоді з урахуванням ваг критеріїв наведені вище моделі матимуть вигляд:

$$\theta_{IDMU} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\min}} \rightarrow \max$$

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_{rj}^{\square}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_{ij}^{\square}} \leq 1, \forall j$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s,$$

$$\varphi_{ADMU} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\max}} \rightarrow \min$$

$$\varphi_j = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_{rj}^{\square}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_{ij}^{\square}} \geq 1, \forall j$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s$$

$$\theta_{j0} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_{rj0}^{\square}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_{ij0}^{\square}} \rightarrow \max$$

$$\theta^*_{IDMU} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\min}}$$

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_{rj}^{\square}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_{ij}^{\square}} \leq 1, \forall j$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s,$$

$$\varphi_{j0} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_{rj0}^{\square}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_{ij0}^{\square}} \rightarrow \min$$

$$\varphi^*_{ADMU} = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\max}}$$

$$\varphi_j = \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_{rj}^{\square}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_{ij}^{\square}} \geq 1, \forall j$$

$$u_i, v_r > 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s$$

Запропонована модифікація методів

Для кожної групи методом МАІ визначити ваги критеріїв входів та виходів відповідно і приймати саме такі значення e_j^I , e_j^E в зазначених вище задачах

$$\begin{aligned}
 \theta_{IDMU} &= \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\min}} \rightarrow \max & \theta_{j0} &= \frac{\sum_{r=1}^s e_j^r u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m e_j^i v_i x_{ij0}} \rightarrow \max \\
 \theta_j &= \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\min}} \leq 1, \forall j & \theta_{IDMU}^* &= \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\min}} \\
 u_i, v_r &> 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s, & \theta_j &= \frac{\sum_{r=1}^s e_j^r u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m e_j^i v_i x_{ij0}} \leq 1, \forall j \\
 & & u_i, v_r &> 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s, \\
 \varphi_{ADMU} &= \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\max}} \rightarrow \min & \varphi_{j0} &= \frac{\sum_{r=1}^s e_j^r u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m e_j^i v_i x_{ij0}} \rightarrow \min \\
 \varphi_j &= \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\max}} \geq 1, \forall j & \varphi_{ADMU}^* &= \frac{\sum_{r=1}^s e^r u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m e^i v_i x_i^{\max}} \\
 u_i, v_r &> 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s, & \varphi_j &= \frac{\sum_{r=1}^s e_j^r u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m e_j^i v_i x_{ij0}} \geq 1, \forall j \\
 & & u_i, v_r &> 0 \text{ for } i = 1, m, r = 1, s
 \end{aligned}$$

Запропонована модифікація методів

Основні відмінності даного підходу:

- дозволяє деталізувати відносну оцінку ефективності за рахунок оцінок зверху та знизу значеннями IDMU та ADMU;
- дозволяє врахувати вплив критеріїв входів та виходів на оцінку ефективності, які визначаються методом МАІ та включаються в розроблену модель;
- не враховує суб'єктивну думку експертів, яка несе характер оцінки тих же результатів, які ми хочемо отримати (так як відсутня експертна оцінка DMU відносно головної цілі, а враховуються лише ваги критеріїв);
- враховує поставлену мету підприємства за рахунок визначення ваг критеріїв для кожного DMU окремо, тому отримані результати також свідчитимуть про ступінь її досягнення.

Опис базової моделі

Обрана модель:

DMU	INPUTS		OUTPUTS	
	X_1	X_2	Y_1	Y_2
1	240	128	2	0
2	325	106	0	59
3	140	101	27	26
4	363	500	0	75
5	55	256	77	66
6	445	246	12	14
7	652	79	-3	14
8	390	341	20	23

Результати роботи програми для модельної задачі

Результати:

DMU	CCR	BCC I	BCC O	Modif 1	Modif 2	Modif 3	Min	Max
1	0,05	0,77	0,06	0,05	0,23	0,21	0,05	0,77
2	1	1	1	0,89	0,82	0,81	0,81	1
3	0,94	1	1	0,96	0,9	0,89	0,89	1
4	0,48	1	1	0,53	0,48	0,47	0,47	1
5	1	1	1	1	0,91	0,9	0,9	1
6	0,19	0,4	0,21	0,15	0,56	0,56	0,15	0,56
7	0,32	1	1	0,15	0,24	0,23	0,15	1
8	0,23	0,34	0,34	0,24	0,61	0,59	0,23	0,61

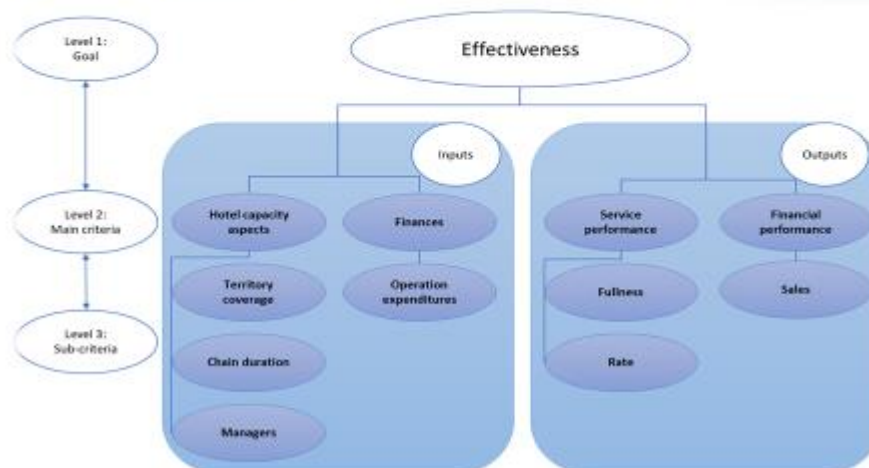
Прикладна задача

Вхідні дані:

№	Name	Cost	Cover	Duration	Managers	Full	Sales	Rate
1	Campanile	16113	0.92	22	80	88	2800	4.5
2	Ibis	4011	0.89	24	75	92	2723	4.2
3	Formule 1	36640	0.87	25	60	75	2326	3.8
4	Mercure	18883	0.89	13	25	80	827	4.9
5	Climat	0	0.88	14	10	90	820	4.0
6	Premiere classe	1755	0.88	8	15	59	382	3.2
7	Etap	6445	0.81	7	10	62	299	3.6
8	Balladins	0	0.81	12	15	73	290	3.7
9	CI Primevere	648	0.83	11	30	75	242	4.1
10	Clarine	132	0.77	3	45	79	150	4.6
11	B&B	0	0.49	5	40	71	140	3.8
12	Nuit	2816	0.54	6	55	76	140	4.1
13	Comfort Inn	4940	0.77	8	65	71	140	4.3
14	Akena	0	0.79	4	50	63	113	3.9
15	Quality Inn	1308	0.54	6	70	87	88	4.6
16	Bleu Marine	995	0.44	6	75	93	40	4.0

Прикладна задача

Ієрархічна структура:



Прикладна задача

Вхідні дані:

	Level 2	Local weight	Level 3	Local weight	Weight with respect to category
Input	Hotel capacity aspects	0.3759	Territory coverage	0.2516	0.0946
			Chain duration	0.1424	0.0535
			Managers	0.606	0.2278
	Finances	0.6241	Operation expenditures	1	0.6241
Output	Service performance	0.5005	Fullness	0.5206	0.2605
			Rate	0.4794	0.24
	Financial performance	0.4995	Sales	1	0.4995

Name	Envergue	Accor	Hotels at C	Choice	Galaxie	Promogest
Hotels	1,6,10,16	2,3,4,7	5,8,12	9,13,15	11	14
Cost	0.398	0.299	0.021	0.24	0.02	0.018
Cover	0.301	0.21	0.364	0.265	0.358	0.443
Duration	0.183	0.406	0.319	0.274	0.342	0.219
Managers	0.118	0.085	0.296	0.221	0.28	0.32
Fullness	0.398	0.697	0.356	0.342	0.258	0.384
Sales	0.503	0.242	0.303	0.342	0.305	0.14
Rate	0.099	0.061	0.341	0.316	0.437	0.476

Результати роботи програми

Результати:

№	Name	Effectiveness	Rank
1	Campanile	0.5881	12
2	Ibis	0.5922	11
3	Formule 1	0.5927	10
4	Mercure	0.6005	7
5	Climat	0.6524	4
6	Premiere classe	0.5958	9
7	Etap	0.6085	6
8	Balladins	0.5958	8
9	CI Primevere	0.5858	13
10	Clarine	0.7136	2
11	B&B	0.8088	1
12	Nuit	0.6965	3
13	Comfort Inn	0.579	16
14	Akena	0.58	15
15	Quality Inn	0.609	5
16	Bleu Marine	0.5803	14

Висновки

- ❖ Проведено огляд математичних методів оцінки ефективності функціонування підприємства на основі методів MAI та DEA
- ❖ Проаналізовано основні переваги та недоліки методів та їх модифікацій, що вже існують
- ❖ Запропоновано нову модифікацію методів та проведено її застосування до модельної задачі та реальних даних
- ❖ Розроблено програмні модулі для автоматизації оцінки ефективності функціонування підприємств

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!